SOCIETE FRANÇAISE DES PRODUITS TARTRIQUES MANTE (SFPTM)

_____

ANCIEN SITE DIT « LEGRE MANTE »

ROUTE DE LA MADRAGUE MONTREDON

MARSEILLE (13008)

_____

INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

FICHIER : W:\Environnement\Dossiers en cours\LYON\DOSSIER 2017\17LES038Aa_GINKGO_IEM_MARSEILLE 13\RAPPORT\VPRO\17LES038Aa_Rapport IEM_TE_43044_290519.doc

N° DOSSIER	17	LES	038	A	a	ENV	MOK	BT	PIECE	1/1	AGENCE	LYON

DATE	CHRONO	REDACTEUR	CHEF DE PROJET	SUPERVISEUR	nb. pages	MODIFICATIONS - OBSERVATIONS
24/04/20	43044	MO. KHIAT – S. AUGY – M. BONNEAU		N. SOULET	319+Ann	4EME DIFFUSION
29/05/19	43044	MO. KHIAT – S. AUGY – M. BONNEAU		N. SOULET	301+Ann	3EME DIFFUSION
10/01/19	43044	MO. KHIAT – S. AUGY – M. BONNEAU		N. SOULET	287+Ann	2EME DIFFUSION
21/12/18	42250	MO. KHIAT – S. AUGY – M. BONNEAU		N. SOULET	291 +ann	1ERE DIFFUSION

PREAMBULE

Dans le présent document le Site dit « LEGRE MANTE » est désigné sous le toponyme « Site de la Madrague » et l'abréviation associée « SdM » dans certaines figures et graphiques.

Ce toponyme a été utilisé, afin de désigner le site à l'étude, sans distinction des périodes d'activité et des raisons sociales qui se sont succédées.

SYNTHESE NON TECHNIQUE

Par ordre et pour le compte de la SFPT MANTE, ERG ENVIRONNEMENT a été missionnée afin d'effectuer une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) relative aux milieux identifiés comme vulnérables et aux voies d'exposition potentielles à l'extérieur de l'ancien Site de la Madrague, adressé 108 avenue de la Madrague de Montredon, 13008 Marseille.

L'ancien Site de la Madrague s'étend sur une superficie d'environ 8,5 ha que l'on peut décomposer en 3 parcelles de la façon suivante, du sud au nord :

- Parcelle A : 5 ha environ de terrain soit « naturel » (parties sommitales du site) soit ayant fait l'objet d'une exploitation industrielle ancienne (des superstructures de l'ancienne cheminée et les carneaux de la fonderie historique sont toujours en place),
- Parcelle C : 2,7 ha environ ayant fait l'objet d'une exploitation industrielle ancienne et récente (bâtiments, voiries et installations de traitement des eaux usées),
- Parcelle B : 0,7 ha environ de terrain remblayé en surplomb de la mer, de l'autre côté de l'avenue de la Madrague par rapport au site industriel.

Cette mission s'inscrit dans le cadre d'une requalification de l'ancien site industriel pour l'aménagement d'un ensemble immobilier, ainsi que pour la gestion du crassier existant aujourd'hui rattaché à l'usine (parcelle B), et répond aux exigences de l'Administration dans l'Art. 1.1 du projet d'arrêté préfectoral transmis le 04/07/2017. Cette mission a été réalisée conformément à la méthodologie nationale en vigueur pour l'étude des sites et sols pollués, en date d'avril 2017

Le site de la Madrague a abrité en particulier :

- Une usine de traitement de plomb argentifère et de zinc par natrométallurgie et de fabrication de soude (1875-1883 : Hilarion-Roux) ;
- Un site de production d'acide tartrique et d'acide sulfurique (de 1888 à 2009).

L'étude historique a permis de mettre en évidence :

- L'inscription du site dans un contexte historique industriel dense, dans ce secteur des Calanques. Ainsi des industries antérieures, contemporaines et postérieures au Site de la Madrague ont développé des activités et des process proches ou identiques de ceux qui ont été pratiqués sur le site à l'étude (activité de plomb sur le site de l'Escalette notamment, dont le système d'évacuation des fumées était localisé à proximité du Site de la Madrague).L'évaluation des impacts historiques du Site de la Madrague sur son environnement doit tenir compte des passifs industriels de ce secteur des Calanques et des éventuelles interactions entre eux.
- Des pratiques généralisées de remblaiement à l'échelle du littoral. Des remblais industriels ont été identifiés sur une large partie du domaine public, mais également sur de nombreuses parcelles privatives (remblaiements historiques des secteurs avant aménagement topographique ou stabilisation). L'évaluation des impacts historiques du Site de la Madrague doit donc tenir compte de la nature des sols et notamment de la nature et de l'origine de ces remblais pouvant être à l'origine d'impact.

L'étude du contexte environnemental du site a permis de retenir comme voies de transfert dans l'environnement des sources historiques :

- Les retombées atmosphériques de particules présentes dans les fumées durant l'exploitation de l'usine du Site de la Madrague,
- L'envol de poussières durant la période d'activité et de nos jours principalement depuis le crassier en parcelle B,
- L'entrainement de particules par les eaux de ruissellement vers la mer,
- La migration par infiltration dans les sols vers les eaux souterraines puis vers la mer,

Les expositions retenues dans le cadre de cette IEM sont :

- L'exposition par contact direct avec les sols au droit des jardins riverains et dans le parc des calanques,
- L'exposition par inhalation de particules en lien avec l'envol de poussières,
- La consommation de végétaux (jardins potagers et vergers ainsi que cueillette dans les Calanques),
- L'exposition en lien avec les différents usages du milieu marin (baignade, sport nautique, pêche).

Des investigations de terrain et de laboratoire ont été menées sur les milieux d'exposition :

- Les sols (au droit des sources du Site de la Madrague et hors site sur un secteur d'influence de 1 km autour du site à l'étude – 126 prélèvements et analyses),
- Les sédiments, l'eau de mer et la faune marine (oursins) au travers de 6 stations réparties sur le littoral entre la Pointe Rouge et Les Calanques de la Mounine,
- Les retombées de poussières en provenance du crassier (parcelle B), sur la base des résultats de l'étude AirPACA (ATMOSUD).

Selon la démarche proportionnée de l'IEM, seule l'exposition par ingestion (accidentelle) de sols impactés a été prise en compte car c'est la voie d'exposition principale (avec réalisation d'investigations sur les sols). Elle

concerne en effet l'ensemble des parcelles investiguées, contrairement à la voie d'exposition par ingestion d'aliments autoproduits (faible proportion de la population riveraine et sur des petites surfaces de parcelle).

Dans ce contexte historique très industriel avec des contaminations croisées, l'utilisation d'outils d'analyse spécifiques a été privilégiée dont notamment :

- L'analyse des paragénèses en métaux et le traitement statistique des données analytiques par le CNRS et l'IMBE (Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie)
- L'isotopie du plomb par un laboratoire du CNRS (le CEREGE)

Ces outils d'analyse ont été sélectionnés dans le but de déterminer les contributions des différentes activités en lien avec la qualité géochimique et sanitaire constatée des sols hors site, de définir le(s) périmètre(s) impacté(s) et de déterminer une échelle d'impact des différentes activités industrielles identifiées dans le secteur.

Sur la base des investigations réalisées, les principaux résultats montrent que :

- L'influence historique de l'usine du Site de la Madrague sur la qualité des sols par retombées de poussières est traçable uniquement pour l'activité du traitement du plomb argentifère de la Compagnie Métallurgique de Marseille (fin XIXème) dans un périmètre rapproché autour de la cheminée verticale haute (dans le parc des Calanques). Ce périmètre déborde sur les secteurs de riverains (secteur le plus proche de la cheminée haute référencé secteur « 6 » ainsi qu'une partie sud restreinte du secteur « 9 »),
- L'influence historique du site de l'Escalette sur la qualité des sols par retombées de poussières prépondérante dans le secteur 5 (secteur Mont Rose sur le versant coté Escalette)
- Au droit des autres secteurs hors site, des impacts d'autres activités industrielles et notamment en provenance de l'Escalette ont été identifiés.
- Au droit des autres secteurs hors site, les différentes techniques utilisées ont permis de montrer que les impacts dans des sols naturels résultent d'impacts croisés de l'ensemble des activités industrielles du secteur sans permettre d'en déterminer les origines compte tenu de la multiplicité des sources potentielles
- Des remblais de toute nature ont été identifiés en terrain de couverture ou en mélange avec des sols naturels (impact de remblais sur 60% des échantillons analysés). Ces remblais d'origine diverse ont été utilisés comme des couches de remblaiement ou de stabilité, des couches de fondations et d'assises de routes, de chemins, de maisons privatives ect. Ils ont été transportés, réutilisés et recyclés par de nombreux tiers privés ou publics. De ce fait, ils sont non maitrisables et non traçables.
- Sur le milieu marin, l'impact du Site de la Madrague reste faible, avec des teneurs en métaux lourds dans les oursins comparables, voire inférieures à celles mesurées au niveau des 5 autres stations du littoral (particulièrement la station Escalette et la station des Goudes), en cohérence avec le faible impact du Site de la Madrague observé pour l'eau de mer et les sédiments

  L'envol de poussières du crassier a été constaté. L'impact mesurable est limité à un périmètre inférieur à 150m. Les teneurs mesurées en métaux restent toutes et systématiquement inférieures aux seuils réglementaires. L'impact de la contribution du crassier par l'envol de poussières (mesurés dans le cadre des investigations AirPACA) calculé sur toute la période d'exploitation apparait négligeable pour la qualité des sols de surface environnants

- L'Analyse des risques sanitaires met en évidence que :

  - Pour l'usage résidentiel :
    - Parmi les 75 parcelles investiguées, 27 parcelles présentent un risque potentiel d'exposition par ingestion de sols et de poussières
    - 16 parcelles (hors propriété SFTP) nécessitent la réalisation d'un Plan de Gestion ce qui correspond à moins de 22% des secteurs investigués.
    - Parmi ces 43 parcelles, la majeure partie correspondent à des impacts remblais (non maitrisable et non traçable), certaines du secteur Sud-Ouest correspondent à un impact par retombées de poussières en provenance de l'Escalette et certaines au Sud-Est à un impact par retombées de poussières en provenance du Site de la Madrague.
  - Pour l'usage promenade ou de randonnée dans le Parc des Calanques :
    - Pour le parc des calanques à l'Ouest du site (soit à proximité directe des cheminées historiques et donc des retombées en lien avec les activités de fonderie Hilarion Roux et Escalette) : les risques sont acceptables en tenant compte d'une fréquentation inférieure ou égale à 16 jours par an (en tenant compte de la moyenne, ramenée dans une démarche très majorante à 11 jours en tenant compte des teneurs égales au percentile 90).
    - Pour le secteur dit « Est en direction de Pastré » : la qualité des sols superficiels prélevés est compatible avec son usage de promenade et de randonnée pour l'exposition par ingestion de sols contaminés.

Sur la base de l'étude historique du site et de son environnement, du schéma conceptuel d'exposition qui en découle, ainsi que de l'ensemble des investigations sur le milieu « SOL », des analyses de laboratoire EUROFINS, CNRS et des interprétations qui en sont faites, un Plan de Gestion spécifique doit être établi.

Un plan de gestion doit être établi sur les parcelles hors site, qui présentent des teneurs en ETMM avec dépassements des valeurs de bruit de fond retenues ainsi que du seuil HCSP.

Ce plan de Gestion ou ces plans de gestion devront être réalisés par les différents contributeurs identifiés ou non identifiés à cet état environnemental dégradé et notamment

- Sur le secteur de riverains identifié comme impacté par les premières activités de fonderie de la Compagnie Métallurgique de Marseille, à savoir une zone Sud des secteurs S6 et S9, (pour les parcelles concernées par un impact dans les sols attribuable au Site de la Madrague et hors remblais pour lesquels les dépôts atmosphériques n'imposeraient pas de signature géochimique spécifique), par les ayants droits de la société Hilarion Roux, Compagnie Métallurgique de Marseille
- Sur le secteur de riverains identifié comme impacté par les activités historiques de l'Escalette à savoir le côté Sud Est du Mont Rose par les ayants droits du site de l'Escalette ou, à défaut, sous l'égide des services de l'état et ses représentants
- Sur toutes les parcelles impactées par des remblais anthropiques d'origines variées et non traçables, un programme particulier sera établi sous l'égide des services de l'État.

Les mesures simples de gestion chez les riverains exposés qui seront identifiées et décrites au terme de ce(s) plan(s) de gestion et jugées comme nécessaires devront être mises en œuvre dès que possible. Les éventuelles mesures plus complexes de réhabilitation feront l'objet d'un programme de travaux en concertation avec les services de l'État.

Enfin, compte tenu de la qualité des sols de surface qui apparait dégradée dans les Calanques à l'échelle du Parc, la problématique soulevée dans le périmètre restreint autour de la cheminée verticale haute du Site de la Madrague, s'inscrit plus largement dans la problématique régionale.

Dans ce contexte, sans préjuger des conclusions du Plan de Gestion spécifique à la zone d'influence du Site de la Madrague qui en toute rigueur devra intégrer le secteur Ouest du Parc des Calanques, la mise en œuvre de mesures de gestion spécifiques doit s'inscrire dans ce contexte régional et notamment par :

- Une approche globale et notamment se rapprocher des travaux actuellement menés par l'ADEME pour la gestion des dépôts de scories le long du littoral et des études en cours sur le projet *ECCOREV (Etude interdisciplinaire préliminaire pour l'évaluation des risques croisés sur un territoire contaminé en métaux et métalloïdes du Parc national des Calanques).*
- La mise en place d'un poste de secours pompier avancé pour restreindre le risque incendie particulièrement sur ce secteur (à intégrer dans le projet d'aménagement en cours d'élaboration)
- La matérialisation, signalisation et sanctuarisation d'une zone d'exclusion aux randonneurs autour de la cheminée verticale haute et d'une bande de part et d'autre de la cheminée rampante (ce périmètre doit inclure les parcelles privées de M. Jacques Margnat, une zone escarpée et de topographie très marquée)
- Une interdiction matérialisée et signalée des activités de cueillette et de chasse.

Concernant le secteur du Parc des Calanques à l'Est de la zone résidentielle et en direction du parc Pastré, il n'est pas préconisé d'intégrer ce secteur au Plan de Gestion (anomalies et qualité des sols de surface compatible avec les usages constatés).

Enfin, dans une démarche préventive, il est recommandé de vérifier que la contribution de l'Escalette est actuellement nulle et le cas échéant de mettre en œuvre des mesures de gestion afin de garantir la maitrise des sources et la suppression des voies de transfert (a minima recouvrement et confinement des secteurs concernés par des envols de poussières).

Cette synthèse non technique, volontairement simplificatrice, fait partie intégrante et est indissociable de notre rapport. Pour une bonne compréhension du présent document, une lecture intégrale de ce dernier est nécessaire.

S O M M A I R E

LISTE DES ABREVIATIONS

1. CADRE DE L'ETUDE 14

1.1 CADRE DE L'INTERVENTION 14
1.2 PRESENTATION DU PROJET 15

2. SOURCES D'INFORMATION 16

2.1 LISTE DES PRINCIPALES SOURCES CONSULTEES ET TYPES D'INFORMATIONS RECUEILLIES PAR SOURCE 16
2.2 LISTE DES PRINCIPAUX RAPPORTS ET DOCUMENTS CONSULTES 17

3. ETUDE DE VULNERABILITE 18

3.1 CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA ZONE D'ETUDE 18
3.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIQUE 19
3.3 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL 20
3.4 CONTEXTE CLIMATIQUE 21
3.5 CONTEXTE HYDROLOGIQUE 24
3.5.1 RESEAU HYDROGRAPHIQUE 24
3.5.2 QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES 24
3.5.3 ASPECTS REGLEMENTAIRES 25
3.5.4 USAGES DES EAUX SUPERFICIELLES 25
3.6 HYDRAULIQUE ET GESTION DES EAUX DE SURFACE SUR SITE 25
3.7 SYNTHESE SUR LA VULNERABILITE DES EAUX SUPERFICIELLES 32
3.8 CONTEXTE GEOLOGIQUE 32
3.8.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL 32
3.8.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE LOCAL 33
3.9 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE 34
3.10 USAGE DES EAUX SOUTERRAINES 35
3.10.1 USAGE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE 35
3.10.2 USAGE AUTRE QUE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE 35
3.11 USAGE DES SOLS 35

4. ÉTUDE DE L'HISTORIQUE DU SITE DE LA MADRAGUE (PARCELLES A, B ET C) 37

4.1 FONDERIE ET AFFINAGE DE PLOMB ET DE ZINC HILARION–ROUX, 1875-1883 37
4.1.1 HISTORIQUE DES PROCEDES UTILISES PAR LES USINES A PLOMB DANS LES CALANQUES EN GENERAL ET DANS L'USINE DE MONTREDON PLUS SPECIFIQUEMENT 38
4.1.2 DECHETS ET POLLUTIONS POUVANT ETRE GENEREES PAR LES ACTIVITES DE TRAITEMENT DES GALENES ET DES PLOMBS ARGENTIFERES 41
4.1.2.1 Process de traitement 41
4.1.2.2 Dispositif de condensation et d'évacuation des fumées 41
4.2 USINE D'ACIDE TARTRIQUE ET DE CREME DE TARTRE, 1888 -2009 46
4.2.1 PROCESS TARTRIQUE SUR LE SITE DE LA MADRAGUE 47
4.2.2 FABRICATION D'ACIDE SULFURIQUE SUR LE SITE DE LA MADRAGUE 47
4.2.3 AUTRES ACTIVITES D'ACIDE CHLORHYDRIQUE ET D'ACIDE CITRIQUE SUR LE SITE DE LA MADRAGUE 48
4.2.4 SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION ET POLLUANTS CARACTERISTIQUES ASSOCIES 52
4.3 PHOTOGRAPHIES AERIENNES HISTORIQUES 55
4.4 INSTALLATIONS CLASSEES POUR L'ENVIRONNEMENT (ICPE) RECENSEES SUR LE SITE DE LA MADRAGUE 63
4.5 DESCRIPTION DE L'ACTIVITE ET DE L'OCCUPATION ACTUELLE 67
4.5.1 ASPECT REGLEMENTAIRE 67
4.5.2 SITUATION ACTUELLE DU SITE DE LA MADRAGUE 68

5. SYNTHESE DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION 69

5.1 SOURCES POTENTIELLES GENEREES PAR LES ACTIVITES HISTORIQUES DE L'ANCIEN SITE DE LA MADRAGUE 69
5.1.1 SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION HERITEES DES ACTIVITES HISTORIQUES DE TRAITEMENT DU PLOMB 69
5.1.2 SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION HERITEES DES ACTIVITES HISTORIQUES D'ACIDE TARTRIQUE ET D'ACIDE SULFURIQUE 70
5.2 SOURCES POTENTIELLES GENEREES PAR L'ACTIVITE ACTUELLE PRATIQUEE SUR L'EMPRISE DE L'ANCIENNE USINE 72
5.3 SOURCES POTENTIELLEMENT GENEREES PAR UNE ACTIVITE EXTERNE AU SITE 72
5.3.1 RECENSEMENT DES ACTIVITES POTENTIELLEMENT POLLUANTES DANS L'ENVIRONNEMENT DU SITE 72
5.3.2 ÉTAT DE QUALITE DES MILIEUX HORS SITE CONNU – SYNTHESE DES ETUDES EXISTANTES 81

5.3.2.1 Synthèse des données collectées auprès des Services de l'État consultés et focus sur les polluants caractéristiques générés par les activités historiques hors site : 81
5.3.2.2 Projet MARSECO 81
5.3.2.3 Qualité des sols - Étude MARSECO 82
5.3.2.4 Investigations sur le milieu « végétaux » 84
5.3.2.5 Investigations sur le milieu « air » 87
5.3.2.6 Dispersion dans le milieu marin 88
5.4 SYNTHESE DES TRACEURS RETENUS CHRONOLOGIQUEMENT 90

6. SYNTHESE DES PRECEDENTS DIAGNOSTICS SUR SITE 92

6.1 SYNTHESE DES DIAGNOSTICS REALISES SUR LA PARCELLE A 92
6.1.1 DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DES SOLS – SOCOTEC, 1996-1997 92
6.1.2 COMPLEMENTS D'INVESTIGATIONS SUR LES SOLS ET ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME DE REHABILITATION DU SITE – ANTEA, 1998 92
6.1.3 ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR LA SECURITE ET L'ENVIRONNEMENT DES VESTIGES DE L'ANCIEN CONDUIT DE CHEMINEE DE L'USINE – ANTEA, 2001 93
6.2 SYNTHESE DES DIAGNOSTICS REALISES SUR LA PARCELLE B 94
6.2.1 DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DES SOLS – SOCOTEC, 1997 94
6.2.2 COMPLEMENT D'INVESTIGATION AU DROIT DES REMBLAIS DE LA PARCELLE B – ANTEA, 2001 95
6.3 SYNTHESE DES DIAGNOSTICS REALISES SUR LA PARCELLE C 96
6.3.1 DIAGNOSTIC DE POLLUTION DES SOLS – CERTA, 2001 96
6.3.2 ÉVALUATION SIMPLIFIEE DES RISQUES – ANTEA, 2001 96
6.3.3 DIAGNOSTIC ET ÉVALUATION DETAILLEE DES RISQUES COMPLEMENTAIRES – APAVE, 2003 97
6.3.4 ETUDE AIRPACA - VALGO , 2017 97

7. MISE EN PLACE DU SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION INITIAL 99

8. STRATEGIE DES INVESTIGATIONS PROPOSEE 106

8.1 PRESENTATION DE LA STRATEGIE 106
8.2 ISOTOPIE DU PLOMB 108
8.2.1 PRINCIPE D'ETUDE 108
8.2.2 METHODE 108
8.3 PARAGENESE 108
8.4 BIOACCESSIBILITE 109
8.4.1 NOTION DE BIOACCESSIBILITE / BIODISPONIBILITE 109
8.4.2 PRINCIPE D'UN TEST DE BIOACCESSIBILITE 110
8.4.3 PROTOCOLE UBM 110

9. CARACTERISATION DU MILIEU « SOLS » AU NIVEAU DES SOURCES 111

9.1 INVESTIGATIONS MISES EN ŒUVRE 111
9.2 COMPTE-RENDU DE TERRAIN 119
9.3 PROGRAMME ANALYTIQUE MIS EN ŒUVRE POUR LA CARACTERISATION DES SOURCES 130
9.4 RESULTATS DES ANALYSES EN METAUX LOURDS SUR LES ENCROUTEMENTS DE CHEMINEE ET LES DIFFERENTS MATERIAUX DU CRASSIER 132
9.5 RESULTATS DES ANALYSES DE SCREENING (« PARAGENESE ») 139
9.6 RESULTATS DES ANALYSES ISOTOPIQUES 142

10. CARACTERISATION DU MILIEU « SOLS » HORS SITE 146

10.1 INVESTIGATIONS MISES EN ŒUVRE 146
10.2 COMPTE-RENDU DE TERRAIN 151
10.3 PROGRAMME ANALYTIQUE MIS EN ŒUVRE 156
10.4 CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS 157
10.5 PRESENTATION DES RESULTATS OBTENUS POUR LES TENEURS EN ETM 160
10.5.1 CHROME ET NICKEL 160
10.5.2 MERCURE 162
10.5.3 CUIVRE ET ZINC 163
10.5.4 ARSENIC, CADMIUM ET PLOMB 168
10.6 PRESENTATION DES RESULTATS OBTENUS POUR LES AUTRES COMPOSES 178
10.7 RESULTATS DES ANALYSES DE BIOACCESSIBILITE 179
10.8 RESULTATS DES ANALYSES DE SCREENING (« PARAGENESE ») 183
10.8.1 PRESENTATION DE L'ACP « MULTISPATI » 66 ECHANTILLONS DE SURFACE X 19 ETM ET « KMEANS » 184
10.8.2 PRESENTATION DE L'ACP ET TECHNIQUE DES « INDIVIDUS SUPPLEMENTAIRES » - 19ETM 192

10.9 RESULTATS DES ANALYSES ISOTOPIQUES 198
10.9.1 PRESENTATION DES RESULTATS ET METHODOLOGIE INITIALE D'INTERPRETATION DES DONNEES 198
10.9.2 METHODOLOGIE COMPLEMENTAIRE APPLIQUEE POUR L'INTERPRETATION DES DONNEES 202
10.9.2.1 Analyse des sources 202
10.9.2.1.1 Estimation du Pôle « source crustale » 202
10.9.2.1.2 Empreinte de la contribution atmosphérique 202
10.9.2.1.3 Pôles Sources du site de l'Escalette et du Site de la Madrague 203
10.9.2.2 Méthodologie de détermination des Contributions en signature 203
10.9.2.3 Résultats des contributions déterminées par le CNRS et Interprétation des résultats 206
10.9.3 SYNTHESE DES TRAVAUX CONDUITS PAR LE CNRS DANS LE CADRE DE LA PRESENTE IEM 208
10.9.4 DIVERGENCE D'INTERPRETATION DES ANALYSES ISOTOPIQUES 211
10.10 CONCLUSIONS CONCERNANT LES ANALYSES DES SOLS HORS SITE 212
10.10.1 SYNTHESES DES RESULTATS OBTENUS 212
10.10.2 CARACTERISATION COMPLEMENTAIRE DU MILIEU « SOLS » - ESPACE NATUREL DU SECTEUR « EST EN DIRECTION DE PASTRE » 219
10.10.2.1 Investigations mises en œuvre 219
10.10.2.2 Compte-rendu de terrain 220
10.10.2.3 Programme analytique mis en œuvre 221
10.10.2.4 Présentation des résultats obtenus – Analyses chimiques 222
10.10.2.5 Traitement des enregistrements fluorescence X (NITON) 222
10.10.2.6 Présentation des résultats obtenus – Analyses chimiques et mesure NITON corrigées (As et Pb) 223
10.10.2.7 Définition des zones d'exposition et usages 226
10.10.3 COMPARAISON AVEC LES DONNEES DES AUTRES ETUDES REALISEES SUR LE SECTEUR DE L'ESCALETTE 227

11. CARACTERISATION DES MILIEUX EAUX SUPERFICIELLES SUR SITE ET SEDIMENTS ASSOCIES 234

11.1 INVESTIGATIONS SUR LES EAUX CONTENUES DANS LES OUVRAGES 234
11.2 INVESTIGATIONS SUR LES SEDIMENTS CONTENUS DANS LES OUVRAGES 236

12. CARACTERISATION DU MILIEU MARIN 237

12.1 INVESTIGATIONS MISES EN ŒUVRE 237
12.1.1 EAU DE MER 239
12.1.2 SEDIMENTS 239
12.1.3 MATIERE VIVANTE 239
12.2 PROGRAMME ANALYTIQUE MIS EN ŒUVRE 240
12.3 CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS 240
12.3.1 EAU DE MER 240
12.3.2 MATIERE VIVANTE 240
12.3.3 SEDIMENTS 242
12.4 PRESENTATION DES RESULTATS OBTENUS ET INTERPRETATION 242
12.4.1 COURANTOLOGIE 243
12.4.2 RESULTATS DES ANALYSES D'EAU DE MER 244
12.4.3 RESULTATS DES ANALYSES DE SEDIMENTS 244
12.4.4 RESULTATS DES ANALYSES D'OURSINS 246

13. ETUDE DES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES ACTUELLES 248

13.1 INVESTIGATIONS REALISEES 248
13.2 PRESENTATION DES RESULTATS OBTENUS ET INTERPRETATION 251

14. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION CONSTATEE 262

15. PRISE EN COMPTE DES RISQUES DE TRANSFERT ULTERIEURS ET AUTRES IMPACTS POTENTIELS 263

15.1 TRANSFERTS POTENTIELS PAR RUISSELLEMENT ET INFILTRATION 263
15.1.1 IDENTIFICATION DES VOIES DE RUISSELLEMENT 264
15.1.2 FACTEURS LIMITANT OU FAVORISANT LE RISQUE DE TRANSFERT PAR LES EAUX 265
15.2 TRANSFERTS POTENTIELS EN CAS D'INCENDIE 266

16. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES 270

16.1 SYNTHESE DE L'ETUDE MENEE PAR L'INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE EN 2005 270
16.2 METHODOLOGIE GENERALE DE L'IEM 270

16.3 IDENTIFICATION DU DANGER 274
16.3.1 SELECTION DES VOIES D'EXPOSITION – SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION 274
16.3.2 SELECTION DES SUBSTANCES 274
16.4 CHOIX DES VTR 276
16.5 ÉVALUATION DES EXPOSITIONS – DEFINITION DES CIBLES EXPOSEES 277
16.6 QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES 278
16.6.1 DEMARCHE 278
16.6.2 RESULTATS POUR L'EXPOSITION PAR INGESTION DE SOL CHEZ LES RIVERAINS 279
16.6.3 DISCUSSION DES INCERTITUDES 281
16.6.4 DISCUSSION RELATIVE AU RISQUE D'EXPOSITION PAR INGESTION DE SOLS DANS LES CALANQUES 285
16.6.5 DISCUSSION RELATIVE AU RISQUE D'EXPOSITION PAR INGESTION DE SOLS DANS LE SECTEUR EST EN DIRECTION DE PASTRE 287
16.6.6 CONCLUSION CONCERNANT L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES 291

17. INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX 292

17.1 SYNTHESE CARTOGRAPHIQUE DES ANOMALIES ENREGISTREES DANS LES SOLS 293
17.1.1 CAS DU PLOMB 293
17.1.2 CAS DE L'ARSENIC 296
17.2 SYNTHESE DES PARCELLES ET SECTEUR (HORS RIVERAINS) PRESENTANT DES RISQUES POTENTIELS 297
17.2.1 SECTEUR 1 297
17.2.2 SECTEUR 3 297
17.2.3 SECTEUR 5 298
17.2.4 SECTEUR 6 299
17.2.5 SECTEURS 2, 4, 7, 8 ET 9 304

18. CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS 306

18.1 SYNTHESE ET CONCLUSIONS DE L'ETUDE HISTORIQUE ET DOCUMENTAIRE 306
18.2 SYNTHESE ET CONCLUSIONS DE L'ETUDE DE VULNERABILITE 307
18.3 SYNTHESE ET CONCLUSIONS PRINCIPALES DU DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DES MILIEUX HORS SITE 308
18.4 ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES 312
18.5 CONCLUSIONS DE L'IEM 314
18.6 PRECONISATIONS 315
18.6.1 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES 315
18.6.2 MESURES DE GESTION A METTRE EN ŒUVRE 315
18.6.2.1 Parcelles à usage d'habitation Hors site 315
18.6.2.2 Secteur centré sur la cheminée verticale haute et bande de 100 m de part et d'autre de la cheminée rampante 316
18.6.2.3 Parcelle B 317
18.6.2.4 Site de l'Escalette 317
18.7 LIMITE DE L'ETUDE ET PRECONISATIONS 317

CONDITIONS GENERALES 383

SOMMAIRE DES ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Liste des abréviations 13
Tableau 2 - Liste des sources consultées 16
Tableau 3 - Caractéristiques générales du site 18
Tableau 4 - Situation géographique et topographique 19
Tableau 5 - Contexte climatique 21
Tableau 6 – Synthèse des dispositifs d'évacuation des fumées dans les demandes d'autorisation d'usine à plomb dans les Calanques de Marseille (1851-1879) – Source : ADBdR, 410 U 81 42
Tableau 7 - Synthèse des zones potentielles de pollutions héritées des activités historiques de traitement du Plomb 69
Tableau 8 - Synthèse des zones potentielles de pollutions héritées des activités historiques d'acide tartrique et d'acide sulfurique 70
Tableau 9 - Synthèse des sources potentielles générées par une activité externe au site 78
Tableau 10 : Pertinence des différentes voies d'expositions potentielles hors site 105
Tableau 11 - Caractéristiques des investigations environnementales sur la totalité des matériaux 128
Tableau 12 - Caractéristiques des investigations géotechniques sur le terrain naturel sablo-gréseux 129
Tableau 13 : Résultats des analyses en 8ML sur les prélèvements représentatifs des sources (en mg/kg MS). 132
Tableau 14 : Résultats des analyses en 8ML sur l'horizon entre remblais et substratum calcaire 136
Tableau 15 : Résultats des tests de lixiviation réalisés en 2010 par ANTEA sur la parcelle B 138
Tableau 16 : Résultats des tests de lixiviation réalisés en 2011 par VALGO sur la parcelle B 138
Tableau 17 : résultats des analyses isotopiques sur les sources 143
Tableau 18 : Campagne d'investigations de sol – nombre de zones investiguées par secteur 150
Tableau 19 : bruit de fond retenu pour l'environnement local témoin (en mg/kg MS) 157
Tableau 20 - Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France) – Gamme de valeurs « ordinaires » et d'anomalies naturelles 158
Tableau 21 : Valeurs de détection d'anomalies définies par le RMQS en mg/kg 159
Tableau 22 : Résultats des analyses de bioaccessibilité 180
Tableau 23 – Contributions relatives en plomb dans les sols de la Madrague de Montredon. 206
Tableau 24 : Campagne d'investigations de sol – transect dans le secteur Est en direction de Pastré 221
Tableau 25 : Concentrations pseudo-totales en ETM mesurées dans le cadre de la thèse de M-C Affholder 229
Tableau 26 : Résultats des meures NITON réalisées sur les dépôts de scories dans le cadre de l'étude ADEME en cours 232
Tableau 27 : Pertinence des différentes voies d'expositions potentielles hors site 262
Tableau 28 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion chez les riverains – teneurs maximales 275
Tableau 29 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion chez les riverains – teneurs égales aux seuils de référence 276
Tableau 30 : VTR retenues pour l'exposition par ingestion 277
Tableau 31 : Variables humaines d'exposition retenues pour les cibles étudiées 278
Tableau 32 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté –teneurs maximales mesurées . 279
Tableau 33 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté –teneurs égales aux seuils de référence 280
Tableau 34 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion chez les riverains – teneurs égales aux seuils de référence avec la bioaccessibilité maximale 281
Tableau 35 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté – teneurs égales aux seuils de référence avec la bioaccessibilité maximale 282
Tableau 36 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté – Durée d'exposition maximale. 284
Tableau 37 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans les calanques – moyenne 286
Tableau 38 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans les calanques – moyenne des teneurs mesurées 286
Tableau 39 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – moyenne 289
Tableau 40 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90 289
Tableau 41 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans la zone de promenade du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90 290
Tableau 42 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – teneurs moyennes 290
Tableau 43 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90 290
Tableau 44 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans la zone de promenade du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90 291

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Plan de localisation du Site de la Madrague avec délimitation des parcelles A, B et C 20
Figure 2 – Statistiques de vents sur la période d'avril 2012 à janvier 2018 – station Marseille Corniche 22
Figure 3 – Statistiques de vents sur la période de janvier 2016 à février 2018 – station calanque de Samena 22
Figure 4 : photographie 3D du secteur d'étude 23
Figure 5 : Hydraulique et gestion des eaux sur site 26
Figure 6: Carte du réseau d'eau filtrée de la Société des Eaux de Marseille 26
Figure 7 : Localisation du site sur un extrait de la carte géologique au 1/50 000, feuille « AUBAGNE-MARSEILLE » 33
Figure 8 : schéma de fonctionnement d'un aquifère karstique (d'après Mangin, 1975) 34
Figure 9 – Carte géologique des concessions de la Compagnie française des mines du Laurium (1875) 39
Figure 10 – Batterie de chaudières pour le traitement du Plomb d'œuvre à la soude de l'usine de la Madrague de Montredon (1882) – Source : BESMP, J 1882/2 40
Figure 11 - Plan général de l'usine de la Madrague de Montredon et de son condensateur (état en 1885) 43
Figure 12 – Extrait de plan de l'usine de la Madrague de Montredon focalisé sur les emprises de production (activités Pb) en date de 1885 44
Figure 13 - Localisation de la propriété CANTEL ainsi que la partie endommagée par les fumées (Janvier 1878) – Source ADBdR 410 U 44 45
Figure 14 – Extrait de plan de fonctionnement du site joint à la demande d'autorisation du 24/10/1893 50
Figure 15 – Recollement des installations de production d'acide sulfurique, d'acide chlorhydrique et du système de gestion et évacuation des gaz sur la base d'un plan historique (vu par le Maire en date du 1894) sur fond du plan des installations de 1990 51
Figure 16 – Plan du site sur la parcelle A sur fond de plan des années 1990 53
Figure 17 – Plan du site sur la parcelle C sur fond de plan des années 1990 54
Figure 18 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1926 56
Figure 19 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1943 57
Figure 20 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1951 58
Figure 21 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1969 59
Figure 22 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1992 60
Figure 23 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 2003 61
Figure 24 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne récente 62
Figure 25 – Présence industrielle dans les Calanques Marseillaises (Carte réalisée par Julie Kmieckowiak, 2016 sur fond de carte Géoportail – Source : les Calanques industrielle et leurs pollutions, Xavier Daumalin et Isabelle Laffont-Schwob) 74
Figure 26 – Cartographie des activités historiques industrielles aux alentours du site à l'étude avec détail par type d'activité et période de fonctionnement (Source : SynTerCalM, 2016 et Arnaud A., 2016) 75
Figure 27 – Plan de localisation des sites répertoriés dans la base de données BASIAS dans un rayon de 1 à 2 km du site (Numérotation des sites reprise dans le tableau 14 de synthèse des informations page suivante) 77
Figure 28 : Plan schématique des principales installations de l'usine de l'Escalette (source : rapport de thèse de Eti TESTIATI, 2012) 79
Figure 29 – Plan Masse de la Verrerie VERMINCK récupéré aux Archives Départementales (1884) 80
Figure 30 – Plan Masse de la Verrerie VERMINCK récupéré aux Archives Départementales (1919) 80
Figure 31 – Cartographie de spatialisation de la contamination en Pb mise en exergue dans les sols dans le cadre de l'ANR Projet MARSECO 82
Figure 32 – Cartographie de spatialisation de la contamination en As mise en exergue dans les sols dans le cadre de l'ANR Projet MARSECO 83
Figure 33 : représentation schématique des phénomènes de bioaccessibilité et biodisponibilté 109
Figure 34: Reportage photographique des investigations réalisées - cheminée verticale sur site 112
Figure 35: Plan de localisation des prélèvements réalisés – Cheminée rampante 113
Figure 36: Reportage photographique des investigations réalisées - cheminée rampante 114
Figure 37 : Cheminée rampante partie nord avec assise en brique 115
Figure 38 : Cheminée rampante partie sud constituée de deux niveaux 115
Figure 39 : Intersection de la cheminée par le Canal de Marseille 115
Figure 40 : Photographies des Carneaux haut en partie démolis et exposés aux vents et aux intempéries 116
Figure 41: Plan de localisation des investigations réalisées sur le crassier 118
Figure 42: Coupe transversale du crassier 126
Figure 43: Modèle 3D du crassier 127
Figure 44 : Signature chimique en 45 ETM des sources cheminées 140
Figure 45 : Signature chimique en 45 ETM des sources crassier (Parcelle B) 141
Figure 46 : Signatures en plomb des sources du Site de la Madrague et Escalette (encroutements et sols de la Parcelle B) 144
Figure 47: Cartographie de répartition de nature des sols - SOL DE SURFACE 154
Figure 48: Cartographie de répartition de nature des sols – SOL SOUS-JACENTS 155
Figure 49 - Plan de localisation géographique des transects A-B et C-D et des points de prélèvement correspondant 177

Figure 50 - Représentation graphique de l'évolution des teneurs en As et Pb dans les sols de surface en fonction de la distance à la cheminée verticale haute du Site de la Madrague (secteur Calanques) selon les coupes A-B et C-D retenues..... 177
Figure 51 – Résultats de l'ACP « MultiSpati » de 66 échantillons de sols de surface sur les 19 ETM et « kmeans » - Représentation de PCA2 (après transformation clr)La lecture de la figure page précédente permet de mettre en évidence que : 184
Figure 52 – Cartographie des Groupes de signature chimique proche, par application d'une méthode de partitionnement, sur fond de carte IGN..... 185
Figure 53 – Cartographie des Groupes de signature chimique proche, par application d'une méthode de partitionnement, sur fond de carte géologique..... 186
Figure 54 – 19 ETM - Histogramme de répartition cumulée (en pourcentage) de l'origine des échantillons répartis dans chaque groupe (*) forte significativité du résultats (p-value < 0.05) 187
Figure 55 – 19ETM - Histogramme de répartition cumulée (en pourcentage) de la nature des sols de surface constituant les échantillons répartis dans chaque groupe..... 189
Figure 56 – 19ETM - Histogramme de répartition cumulée (en pourcentage) des variables exogènes dans les différents groupes 190
Figure 57 – 19ETM - Histogramme de la signature en 19ETM (teneurs moyennes normalisées par éléments) pour chaque groupe avec comparaison à la moyenne générale..... 191
Figure 58 – Résultats de l'ACP sur les 19 ETM et technique des « individus supplémentaires » - Représentation (après transformation clr)..... 193
Figure 59 – Implantation schématique de la zone d'influence de l'ancien Site de la Madrague sur son environnement sur la base des études statistiques 196
Figure 60 : Empreintes isotopiques urbaines et calanques (Site de la Madrague, Sols Montredon et Escalette) 199
Figure 61 : Empreintes isotopiques corrigées du bruit de fond naturel..... 200
Figure 62 : Graphique des contributions isotopiques des sources du Site de la Madrague et du site de l'Escalette dans les matériaux prélevés hors site..... 201
Figure 63 : Représentation cartographique des empreintes isotopiques des sources du Site de la Madrague et du Site de l'Escalette dans les sols de surface prélevés hors site 209
Figure 64 : Représentation cartographique des empreintes isotopiques des sources du Site de la Madrague et du site de l'Escalette dans les sols profonds (>0,05m) prélevés hors site 210
Figure 65 – Mode de mesure sur site du prélèvement – campagne NITON..... 220
Figure 66 : Présence de matériaux anthropique dans les sols (pas d'enregistrement PID associé à ces constats organoleptiques) 221
Figure 67: Cartographie des résultats Niton et Laboratoire pour l'arsenic - Secteur Est en direction de Pastré.. 225
Figure 68: Cartographie des résultats Niton corrigé et Laboratoire pour le plomb - le secteur Est en direction de Pastré 226
Figure 69: Cartographie des usages considérés dans la zone d'influence (selon les conclusions..... 227
Figure 70 : Localisation des sites de prélèvements dans le cadre des travaux de thèse de M-C. Affholder 228
Figure 71 : cartographies des teneurs en arsenic et en plomb issues du programme MARSECO..... 231
Figure 72 : Carte de localisation des dépôts de scories investigués dans le cadre de l'étude ADEME en cours 232
Figure 73 – Localisation des stations de prélèvements eau de mer, sédiments et oursins 237
Figure 74 : Teneurs en ETM mesurées dans les sédiments des différentes stations de prélèvement 246
Figure 75 : Teneurs en ETM mesurées dans les oursins des différentes stations de prélèvement..... 246
Figure 76 : Plans de localisation des points de mesure et du point de référence de l'étude Air PACA 250
Figure 77 : Cartographie des axes d'écoulement 264
Figure 78 : Démarche générale de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires 272
Figure 79 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre de l'IEM 273
Figure 80 – Cartographie des gammes de concentrations en Pb enregistrées dans les sols de surface..... 293
Figure 81 – Cartographies des anomalies en Pb entre l'ELT et le seuil de 300 mg/kg MS (a) et recollement de la nature des sols de surface correspondant (investigations de terrain) (b)..... 294
Figure 82 – Cartographies des anomalies en Pb supérieures au seuil de 300 mg/kg MS (a) et recollement de la nature des sols de surface correspondant (investigations de terrain) (b)..... 295
Figure 83 – Cartographie des gammes de concentrations en As enregistrées dans les sols de surface sur fond de carte géologique (a) et détail des anomalies supérieures à 25 mg/kg MS (b) 296
Figure 84 – Cartographie des groupes statistiques avec délimitation des zones riveraines mises en évidence comme majoritairement impactées par les anciennes activités du Site de la Madrague 302
Figure 85 – Cartographie de la zone d'influence majoritairement impactée par les anciennes activités du Site de la Madrague sur fond de photographie aérienne récente 303
Figure 86 – Cartographie de la zone d'influence en secteur « riverains » majoritairement impactée par les anciennes activités du Site de la Madrague sur fond de photographie aérienne récente 304
Figure 87 - Cartographie de la zone d'influence du site de la Madrague..... 311
Figure 88 - Cartographie de la zone d'influence du site de la Madrague et du périmètre du Plan de Gestion préconisé 317

PRINCIPALES ABREVIATIONS EMPLOYEES

Tableau 1 - Liste des abréviations

Abrév.	*Définition*
AEI	Alimentation en Eau Industrielle
AEP	Alimentation en eau potable
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BASIAS	Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Service
BASOL	Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylène, Xylène
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DJT	Dose Journalière Tolérable
DDT	Direction départementale des territoires
DIREN	Direction régionale de l'environnement
DREAL	Direction Régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement
ETMM	Eléments Traces Métallique et Métalloïdes
EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de Risque Unitaire
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
HCT	Hydrocarbures Totaux
HC	Hydrocarbures
ICPE	Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement
IGN	Institut géographique national
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRA	Institut national de recherche agronomique
IR	Indice de Risque
ML	Métaux Lourds
NGF	Nivellement général de France
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment : antenne californienne de l'US EPA
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PCBS	Polychlorobiphényls (pyralène)
Photo.	Photographie
PNR	Parc Naturel Régional
PPRI	Plan de Prévention du Risque Inondation
QD	Quotient de Danger
SAGE	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SIC	Site d'Intérêt Communautaire
SPP	Sources potentielles de pollution
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

1. CADRE DE L'ETUDE

1.1 Cadre de l'intervention

Par ordre et pour le compte de la SFPT MANTE, il est demandé à ERG ENVIRONNEMENT de réaliser une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) au niveau des milieux identifiés comme vulnérables et des voies d'exposition potentielles à l'extérieur de l'ancien Site de la Madrague, les zones à investiguer étant localisées sur la commune de MARSEILLE (13).

Cette mission s'inscrit dans le cadre d'une requalification de l'ancien site industriel pour l'aménagement d'un ensemble immobilier, ainsi que pour la gestion du crassier existant aujourd'hui rattaché à l'usine.

Le périmètre de la mission d'ERG ENVIRONNEMENT répond aux exigences de l'Administration dans l'Art. 1.1 du projet d'arrêté préfectoral transmis le 04/07/2017, dans lequel le préfet des Bouches du Rhône prescrit :

« …

- Art. 1 :
  - Article 1.1 - Interprétation de l'état des milieux (IEM)

    La Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) est tenue de réaliser et de transmettre au préfet, dans un délai de 4 mois suivant la notification du présent arrêté, une étude d'interprétation de l'état des milieux (IEM), pour le Site de la Madrague, conformément aux dispositions de la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués.

    Les modalités de cette étude, incluant son périmètre et la nature des investigations à mener, ainsi que le choix de l'organisme retenu pour la réaliser, seront soumis, dans un délai d'un mois suivant la notification du présent arrêté, à l'approbation de l'inspection de l'environnement.

  - Article 1.2 - Plan de gestion

    Dans le cas où la démarche d'interprétation de l'état des milieux susvisée conclut à la nécessité d'engager des actions complémentaires pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés, la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) réalisera, dans un délai de 6 mois suivant la transmission de l'étude d'interprétation de l'état des milieux, un plan de gestion, pour maîtriser, voire supprimer les sources de pollution qui ont été générées par l'activité du site industriel LEGRE MANTE, conformément aux dispositions de la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués.

    La compatibilité entre l'état des milieux après les travaux et les usages constatés sera démontrée à l'appui d'une analyse des risques résiduels (ARR).

- Art. 2 :
  - La Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) est tenue d'élaborer et de transmettre au préfet, dans un délai de 6 mois suivant la notification du présent arrêté, un plan de gestion, couvrant la totalité du site industriel LEGRE MANTE, relatif aux sources de pollution situées sur le site, tel que défini par la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués. »

La mission d'IEM a pour but de :

- Synthétiser la vulnérabilité de l'environnement du site au travers du schéma conceptuel, sur la base des précédents diagnostics et d'une remise à niveau,
- Recueillir et synthétiser les données historiques et de la connaissance de la qualité des milieux sur site et hors site connue à ce jour,
- Caractériser les sols impactés au droit de la parcelle B (zone de déchets) ainsi que dans les encroutements de cheminées au droit du Site de la Madrague pour avoir la signature chimique de la source (analyses isotopiques et paragénèse métaux),
- Caractériser les milieux jugés pertinents hors site dans une démarche exhaustive :
  - ⇨ Les sols de surface et de subsurface, par le biais d'investigations dans la mesure du possible systématiques sur une distance minimum de 1 km autour du site
  - ⇨ Les sédiments et l'eau de mer, par le biais de 6 stations de mesure réparties sur le littoral de part et d'autre de la zone B
  - ⇨ La faune marine (oursins et dans la mesure du possible moules)
  - ⇨ L'eau souterraine si cette dernière est présente et exploitée par des particuliers au moyen de puits privés.
- Comprendre les éventuels mécanismes de propagation des pollutions constatées,
- Établir une Interprétation de l'Etat des Milieux sur la base de l'ensemble des éléments fournis, de l'analyse des documents collectés, ainsi que des investigations spécifiques hors site (interprétation sur la base de la grille simplifiée de calcul de risques et établissement d'une EQRS, le cas échéant).

Cette mission fait suite à de nombreux diagnostics du site (listés au §2.2) qui ont mis en évidence des anomalies en Eléments Traces Métalliques (ETM) et dans une moindre mesure et ponctuellement en hydrocarbures dans les sols au droit de zones spécifiques (cuves à fuel, chaufferie.).

La méthode d'étude s'appuie, point par point, sur les préconisations des textes du Ministère de l'Environnement relatifs aux Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués établis en avril 2017 (mise à jour des textes du 8 février 2007).

1.2 Présentation du projet

Un projet de réaménagement entrepris par la société SFPT MANTE est en cours d'élaboration.

Dans le cadre de notre mission d'IEM, seul l'usage historique des terrains et les pratiques environnementales seront étudiées. Les informations sur la caractérisation des sources et particulièrement au niveau de la parcelle B seront en revanche exploitées dans le cadre du Plan de Gestion du site qui fera l'objet d'un document d'étude dédié, établi dans un second temps (à l'élaboration du projet d'aménagement).

2. SOURCES D'INFORMATION

2.1 Liste des principales sources consultées et types d'informations recueillies par source

Tableau 2 - Liste des sources consultées

Sources contactées / sites internet consultés	Type d'informations recueillies
IGN www.geoportail.gouv.fr	- Cartes IGN de la commune d'implantation du site, - Photographies aériennes de la zone d'implantation du site.
BRGM http://infoterre.brgm.fr	- Carte IGN, points BSS, carte géologique.
METEO FRANCE	- Informations météorologiques du site
Site Internet de World Climate.com	
https://fr.windfinder.com	
ARS	- Données sur les captages AEP à proximité du site
DDT	- Informations sur les usages de la ressource en eau
DREAL	- Transmission de l'ensemble des rapports relatifs au site en leur possession (rapports 1 à 17 listés au paragraphe 2.2)
Mairie	- Information sur les puits privés déclarés, les usages de la ressource en eau du canal, sur l'urbanisme (PLU en **annexe A1.5**) et sur l'inondabilité - Information sur les usages sensibles sur la zone d'étude (base de données en ligne de la Mairie des 6 et 8èmes arrondissements (https://mairie-marseille6-8.fr/votre-quotidien/enfance-jeunesse-education/) avec listings à jour des assistantes maternelles, crèches publiques, crèches privées, haltes garderies, écoles maternelles, écoles élémentaires, collèges publics, collèges privés, lycées publics et lycées privés). Une carte détaillée des usages, reportée en annexe A2.1, a été établie sur cette base.
Société du canal de Provence	- Informations sur les usages de la ressource en eau du canal
Riverains	- Enquête de terrain sur les usages des milieux (jardins, potagers, vergers, cueillette, chasse, puits privés, baignade)
Bases de données Internet « BASIAS BASOL »	- Activités industrielles extérieures au site (Industries référencées ICPE sur la commune du site) - Détail des activités classées au titre des ICPE sur le site à l'étude pendant son activité
Archives départementales	- Informations sur l'historique des terrains
Préfecture (Service des Installations Classées)	- information sur le statut ICPE des activités du site

2.2 Liste des principaux rapports et documents consultés

1. Rapport SOCOTEC N°2733 de décembre 1996 – Diagnostic de Sols – « Parcelle A » ;
2. Rapport SOCOTEC N°2733-complément de mars 1997 – Diagnostic de Sols – « Parcelle A » ;
3. Rapport ANTEA N°NYA A09746 de mai 1998 – Complément d'investigations sur les sols et établissement d'un programme de réhabilitation sur les sols (Parcelle A) ;
4. Rapport ATE N°9/I/013/0 de novembre 1999 – Travaux de réhabilitation des Carneaux – Avant-Projet ;
5. Rapport ANTEA N°A23196 d'octobre 2001 – Evaluation de l'impact sur la sécurité et l'environnement des vestiges de l'ancien conduit de cheminée de l'usine Legré-Mante à MARSEILLE (13) ;
6. Rapport ANTEA N°23967/B de novembre 2001 – Evaluation Détaillée des Risques – Parcelle A ;
7. Rapport ANTEA N°25500/A de décembre 2001 – Evaluation Simplifiée des Risques – Parcelle C ;
8. Rapport APAVE N°P6063-A/02 de février 2003 – Diagnostic et EDR complémentaire – Parcelle C ;
9. Rapport ANTEA N°A58914/A de juillet 2010 – Mise en sécurité du site – Etat d'avancement ;
10. Rapport ANTEA N°A60244/A de novembre 2010 – Mémoire de réhabilitation du Site des Etablissements LEGRE-MANTE à MARSEILLE (13) ;
11. Rapport ANTEA N°A59703/A de septembre 2010 – Dossier de Cessation d'activités des Etablissements LEGRE-MANTE à MARSEILLE (13) ;
12. Rapport VALGO N°8/ES/11 de mai 2011 – Etude Complémentaire du site en vue de : Préciser les volumes de matériaux impactés sur les parcelles A et C. Etudier les possibilités de valorisation des matériaux à extraire. Déterminer les concentrations maximales admissibles dans le cadre de la reconversion du site ;
13. Rapport VALGO N°10-B-13-004 de 2011 – Plan de Gestion – Ancienne Usine LEGRE-MANTE – 195 avenue de la Madrague MARSEILLE (13008) ;
14. Rapport BRL INGENIERIE d'Octobre 2011 – Evaluation Appropriée des incidences du Projet CAP MARIN sur le site NATURA 2000 « Calanques et Iles Marseillaises – Cap Canaille et Massif du Grand Caunet » ;
15. Rapport VALGO N°10-B-14-002 de décembre 2011 – Plan de Gestion – Parcelle B – Ancienne Usine LEGRE-MANTE – 195 avenue de la Madrague MARSEILLE (13008) ;
16. Rapport ECOFIELD CONSULTING N°EC-25/1-SUP de mai 2012 – Dossier de demande d'institution de Servitudes d'Utilité Publique ;
17. Rapport VALGO N°12-B-13-681 de juin 2014 – Complément opérationnel au plan de gestion.
18. Rapports ERG Environnement relatifs au Groupe scolaire Madrague de Montredon (Ecole maternelle et école élémentaire), établis dans le cadre de la démarche nationale de diagnostics environnementaux des établissements accueillant les enfants et les adolescents construits sur des sites potentiellement pollués – Rapports en date du 31/03/2016 référencés :
    a. N°0130887U_RNPP
    b. N°0130887U_RT2
    c. N°0130739H_RNPP
    d. N°0130739H _RT2
    e. N° 0130739H _RT3
19. Rapport ERG GEOTECHNIQUE 17MG570Aa/GE/DJ – Rapport géotechnique sur l'emprise du crassier.
20. Qualité de l'air à proximité de l'ancien site industriel de LEGRE MANTE – Campagne de juin à septembre 2017 (référence 23ID0813/V-02/ LLB-FC-BM-XV).
21. « Les Calanques de Marseille et leurs pollutions », Xavier Daumalin et Isabelle Laffont-Schwob

3. ETUDE DE VULNERABILITE

3.1 Caractéristiques générales de la zone d'étude

Tableau 3 - Caractéristiques générales du site

Caractéristiques générales du site	Synthèse des informations collectées	Sources d'informations	Référence à l'Annexe
Dénomination usuelle du site	Site de la Madrague adressé au 195 avenue de la Madrague de Montredon, 13008 Marseille	Visite du site	-
Position du site	Le site est localisé sur la frange littorale du sud de la commune de Marseille, quartier de la Madrague de Montredon.	Visite du site et plans de localisation	A1.1 à A1.3
Description du site	Le site s'étend sur une superficie d'environ 8,5 ha que l'on peut décomposer en 3 parcelles de la façon suivante, du sud au nord (cf. figure 2 ci-dessus) : - Parcelle A : 5 ha environ de terrain soit « naturel » (parties sommitales du site) soit ayant fait l'objet d'une exploitation industrielle ancienne (des infrastructures de l'ancienne cheminée et les carneaux de la fonderie historique sont toujours en place) ; - Parcelle C : 2,7 ha environ ayant fait l'objet d'une exploitation industrielle récente (bâtiments, voiries et installations de traitement des eaux usées du site) ; - Parcelle B : de l'autre côté de l'avenue de la Madrague par rapport au site industriel, 0,7 ha environ de terrain remblayé en surplomb de la mer.	Visite du site et plan de localisation	A1.1 à A1.3 (localisation du site) A1.4 (reportage photographique du site)
Accès au site	L'accès aux parcelles B et C se fait par l'avenue de la Madrague de Montredon. La parcelle A est accessible depuis la parcelle C par le Nord ou par le biais d'un portail en limite Sud de l'ancienne ICPE. Notons que le site est entièrement clôturé et fermé. Par ailleurs, la partie usine est actuellement gardiennée.	Visite du site	-
Urbanisme (PLU – Annexe A1.5)	Chaque zone du site est localisée en zone spécifique : - Parcelle A : Zone UR2 – tissus discontinus de types petits collectifs. Dans ce secteur, les tissus présentent des caractéristiques et potentiels qui permettent d'envisager une densification supérieure, tout en restant mesurée - Parcelle B : Zone UR1 – tissu discontinu d'habitats individuels. Dans ce secteur, l'objectif principal est de maintenir des formes urbaines basses aérées, d'une densité relativement faible. C'est pourquoi, dans le cas d'un lotissement ou dans celui de la construction, sur une unité foncière ou sur plusieurs unités foncières contiguës, de plusieurs bâtiments dont le terrain d'assiette doit faire l'objet d'une division en propriété ou en jouissance, les règles de PLU s'appliquent au regard non pas de l'ensemble du projet, mais de chaque unité foncière ou construction issue de cette division - Parcelle C : Zone UT1 - tissus discontinus de types collectifs denses et/ou à densifier avec une hauteur de construction autorisée n'excédant pas les 6 m.	Mairie de MARSEILLE (Règlement consultable : http://www.marseille-provence.fr/index.php/documents/3253-reglement-tome-1-mrs/file#page=219)	A1.5
Usage des sites adjacents	Le site est localisé dans un environnement périurbain à caractère naturel et d'habitat résidentiel.	Visite du site	-
Caractère inondable du site	La consultation des bases de données du Ministère en ligne permet de mettre en évidence que le site n'est pas concerné par le risque d'inondation.	Ville de MARSEILLE	A2.2
Cadre réglementaire applicable (ICPE…)	Des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement ont été référencés sur le site lors de l'activité de site. Elles sont détaillées dans l'étude historique.	Courriers de la préfecture, site internet du Ministère	-

3.2 Situation géographique et topographique

Le site de l'usine se situe sur la frange littorale du sud de la commune de Marseille, 8ième arrondissement quartier de la Madrague de Montredon, dans un environnement péri-urbain à caractère naturel et d'habitat résidentiel.

Ses coordonnées géographiques et son altitude sont synthétisées dans le tableau suivant :

Tableau 4 - Situation géographique et topographique

Situation géographique et topographique	Synthèse des informations collectées[1]	Sources d'informations	Référence à l'Annexe
Coordonnées Lambert 93 (X, Y en m)	X : 890 639 Y : 6 239 840	Site Géoportail	A1.1 extrait de la carte IGN
Cote, altitude Z (NGF)	Entre + 45 et 0 m NGF		
Topographie du site	Le terrain est en pente vers le nord-ouest depuis le point culminant à environ +45 m NGF jusqu'à l'avenue de la Madrague à + 19 m NGF puis jusqu'à la mer	Carte IGN et visite du site	A1.1. extrait de la carte IGN A1.4 reportage photographique du site

On se reportera à l'**annexe A1.1** pour disposer de la localisation du site sur fond de plan IGN ainsi qu'à la figure page suivante pour disposer des périmètres d'étude (parcelles A, B et C).

[1] Informations approximatives déduites de la carte IGN.



Figure 1 – Plan de localisation du Site de la Madrague avec délimitation des parcelles A, B et C

3.3 Contexte environnemental

L'usine s'inscrit en limite immédiate du Massif des Calanques de Marseille référencé en site classé depuis 1975 au titre de la loi du 2 mai 1930 - site dont la valeur patrimoniale relève de l'intérêt général et justifie une politique rigoureuse de préservation, toute modification de leur aspect nécessitant une autorisation préalable auprès de la préfecture.

On se reportera à l'**annexe A2.2** pour disposer des éléments de plan et du règlement du site classé et inscrit des calanques.

Le massif des Calanques est inscrit depuis le 18 avril 2012 comme Parc National à la fois terrestre, marin et périurbain, permettant le renforcement de la protection de cet espace naturel.

3.4 Contexte climatique

Tableau 5 - Contexte climatique

Contexte climatique	Synthèse des informations collectées	Sources d'informations
Type de climat	Climat méditerranéen	Site Internet Météo France
Nom de la station météorologique	Station de MARSEILLE/MARIGNANE (43,45°N 5.20°E, altitude 6 m)	Site Internet de World Climate.com
Localisation de la station météorologique par rapport au site	≈ 25 km au Sud	
Température :		
- Période d'enregistrement des données :	- 1838 à 1990	
- Température moyenne annuelle :	- 14.2 °C	
- Température moyenne mensuelle maximale :	- 22.7 °C (en juillet)	
- Température moyenne mensuelle minimale :	- 6.4 °C (en janvier)	
Précipitations		
- Période d'enregistrement des données :	- 1749-1989	
- Précipitations moyennes annuelles :	- 582 mm	
- Précipitations moyennes mensuelles maximales :	- 93.6 mm (en octobre)	
- Précipitations moyennes mensuelles minimales :	- 14.6 mm (en juillet)	
Niveaux de la mer		
- Période d'enregistrement des données :	- 1871-1988	
- Niveaux moyens annuels :	- 1015.3 millibar	
- Niveaux moyens mensuels maximaux :	- 1017.2 millibar (en janvier)	
- Niveaux moyens mensuels minimaux :	- 1012.7 millibar (en avril)	

La synthèse du contexte climatique est présentée en **annexe A2.3**.

La ville de Marseille bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisée par une sécheresse estivale et un hiver doux.

De plus, la ville est soumise au vent du Nord, le Mistral, qui contribue à assécher le climat.

Si à Marseille, la pluviométrie annuelle est l'une des plus faibles en France, les pluies sont souvent importantes en automne avec des maxima de précipitations en septembre – octobre (hauteur moyenne de 91,6 mm pour le mois d'octobre). Les minimums se situent au mois de juillet (8,8 mm en moyenne).

Les précipitations sont caractérisées par une forte intensité, une irrégularité et une faible fréquence. En effet, les régions méditerranéennes sont marquées par un nombre de jours de pluie par an très faible mais des pluies intenses à l'origine d'inondations par ruissellement urbains et débordement soudains de cours d'eau.

Ce régime de pluie est donc de nature à favoriser les ruissellements, qui sont susceptibles d'entrainer les particules de sols impactés par les métaux lourds.

➢ **Point particulier sur les vents**

La consultation de la base de données windfinder (https://fr.windfinder.com) permet de disposer des statistiques des vents au niveau de deux stations proches du site qui sont la station de MARSEILLE-CORNICHE, à moins de 2 km au Nord-Est du site et celle de la calanque de Samena située à 650 m au sud-ouest du site. Les statistiques de vents sont synthétisées aux figures suivantes :

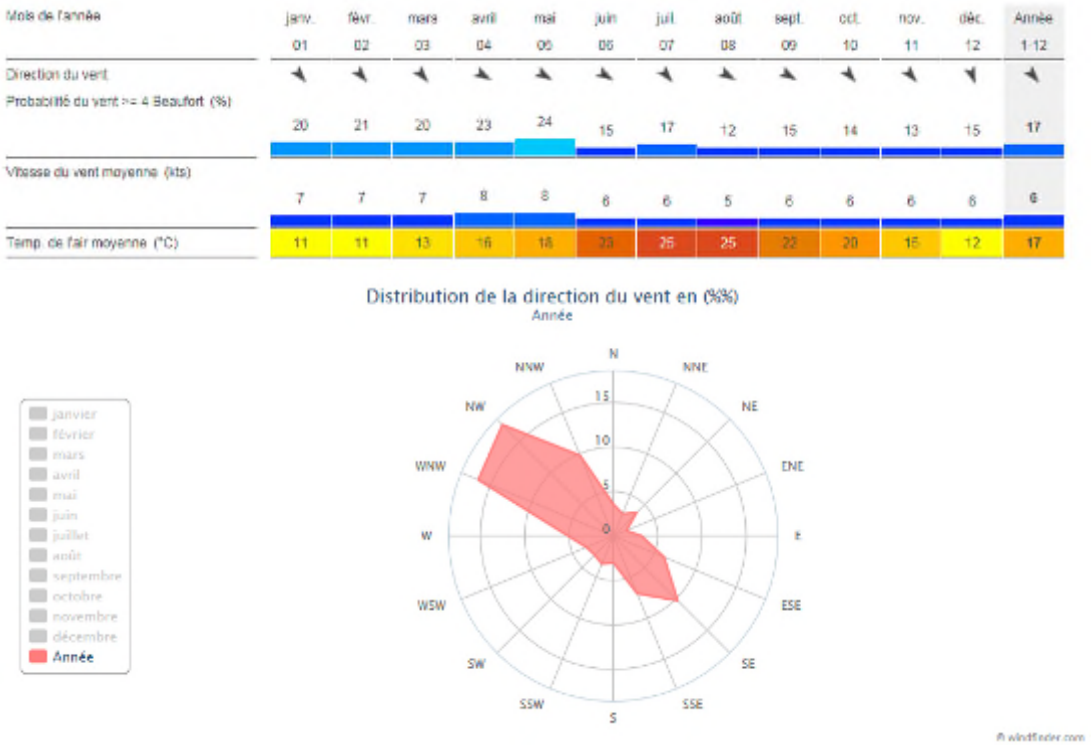


Figure 2 – Statistiques de vents sur la période d'avril 2012 à janvier 2018 – station Marseille Corniche

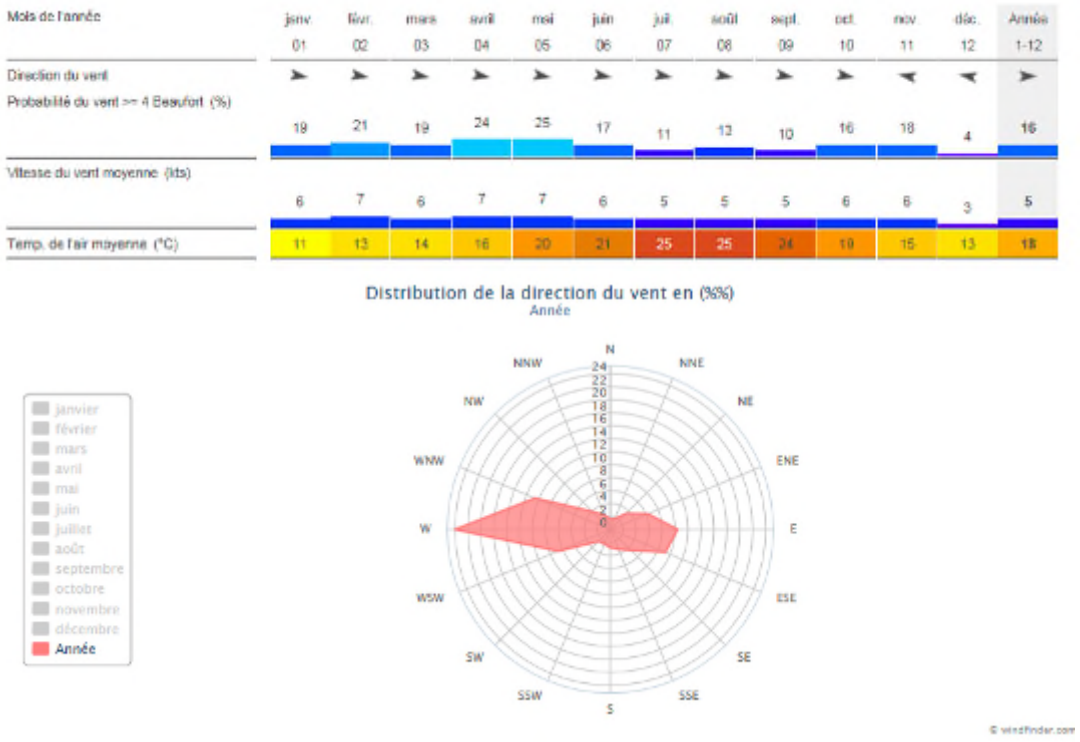


Figure 3 – Statistiques de vents sur la période de janvier 2016 à février 2018 – station calanque de Samena

L'analyse des roses des vents met en évidence que les vents dominants sont majoritairement en provenance du Nord-Ouest pour la station Marseille Corniche, et en provenance de l'Ouest pour la station de Samena. Cette différence entre les 2 stations est très vraisemblablement liée à la topographie du secteur avec la présence du Mont Rose au Nord de la station de Samena, qui forme une barrière pour le vent.

Sur le secteur à l'étude, le vent principal est donc le **mistral**, vent catabatique et vent de couloir (fortement accéléré par l'effet Venturi induit par le rétrécissement d'une vallée, d'un canyon ou au moment de sa circulation entre deux montagnes), de secteur nord-ouest à nord, souvent violent (il peut souffler à plus de 100 km/h en plaine).
Le mistral souffle à une vitesse moyenne de 50 km/h avec des rafales supérieures à 100 km/h. Dans l'axe de la vallée du Rhône, le mistral souffle en moyenne 1 jour sur 3.

Le mistral est absent environ 20 à 30% de l'année, et c'est alors **le marin, vent du Sud Est** qui est observé (cf. rose des vents de Marseille Corniche). C'est un vent généralement modéré et régulier, mais il peut être parfois violent et turbulent sur le relief, très humide, doux et qui amène le plus souvent des précipitations abondantes. Il est plus fréquent au printemps et en automne, lorsque les dépressions s'enfoncent en Méditerranée : c'est le vent des situations perturbées et pluvieuses.

La présence de ces 2 types de vents est à prendre en compte dans l'étude des transferts potentiels de poussières (à partir de la parcelle B notamment) : le marin, généralement modéré et accompagné de pluie, et beaucoup moins fréquent que le mistral participe a priori beaucoup moins que le mistral à des transferts potentiels de poussières.

En complément, on note que la topographie très marquée du secteur a également beaucoup d'influence sur les envols de poussières et sur leur accumulation potentielle dans certaines zones. La photographie 3D suivante, issue du site internet Géoportail, permet de bien visualiser le contexte topographique.

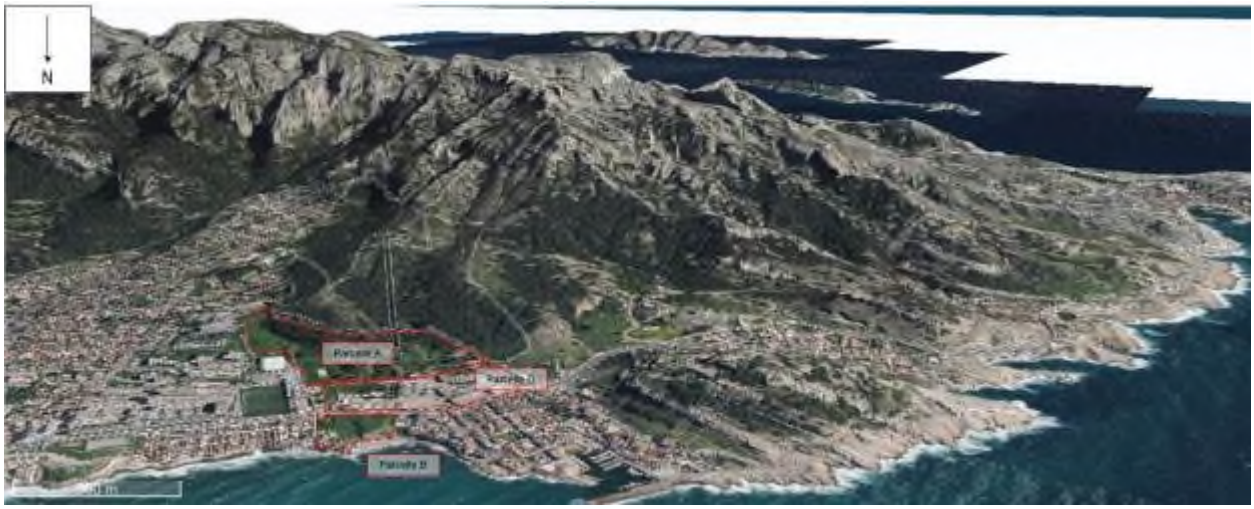


Figure 4 : photographie 3D du secteur d'étude

Au regard de la durée d'exploitation de l'usine du Site de la Madrague (> 100 ans) et de la topographie très marquée du secteur influençant les envols et l'accumulation de poussières, la dispersion par les vents dans toutes les directions sera étudiée.
En revanche dans le cadre des transferts actuels, il sera tenu compte de la direction des deux vents dominants : le mistral, de secteur nord-ouest à nord, et le marin, vent du Sud Est.

3.5 Contexte hydrologique

3.5.1 Réseau hydrographique

Il n'existe pas de cours d'eau pérenne dans le Massif de Marseilleveyre.

Les vallons et talwegs entaillant le massif sont secs et sans indice d'écoulement, le caractère karstique du secteur favorisant l'infiltration rapide des eaux de ruissellement.

Un ouvrage majeur traverse le site : le canal de Marseille. Les eaux du canal de Marseille circulent à ciel ouvert à l'est et au sud du site avant de terminer leur course dans la Méditerranée au niveau du port de la Madrague de Montredon.

Le Canal de Marseille a vu sa construction débuter en 1839, afin d'alimenter la Ville de Marseille avec les eaux en provenance de la Durance. En effet, les ressources provenant de l'Huveaune et du Jarret étaient trop fluctuantes pour assurer une alimentation pérenne de la ville en eau potable. La gestion du canal est aujourd'hui assurée par la Société des Eaux de Marseille, qui dessert 70 communes et communautés, parmi lesquelles la Ville de Marseille est la principale bénéficiaire.

D'après les informations issues de la carte IGN N° 3145 ET, le contexte hydrologique local est synthétisé dans le tableau ci-dessous.

	Cours d'eau	Nature	Position / site	Cote en m NGF	Sens d'écoulement
Contexte hydrologique	Canal de Marseille	Canal artificiel	Longe au droit et en limite les parcelles A et C dans le secteur Ouest	45	Vers le Nord-Nord-Ouest
	Mer méditerranée	Mer	A quelques mètres de la parcelle B	0	-

Notons que la rivière l'Huveaune n'est pas retenue dans le cadre du contexte hydrologique du site car cette rivière s'écoule au plus près du site à plus de 2km au Nord-Ouest.

Au niveau du site, le canal de Marseille atteint la fin de son linéaire de 80 km avant de se jeter dans la mer.

Sur la base des observations de terrain et de l'analyse des documents d'archives, il est à noter la présence d'un ruisseau, canalisé sous l'usine, qui traverse la parcelle B après passage sous l'avenue de la Madrague de Montredon, créant une forme de mini-thalweg au milieu de la parcelle.

Le détail des écoulements de surface dans l'emprise du site est développé par la suite dans le paragraphe 3.6.

3.5.2 Qualité des eaux superficielles

Les informations recueillies auprès de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse sur la qualité des eaux du canal de Marseille mettent en évidence l'existence de station de mesure en amont éloigné du site uniquement.

Au regard de son usage AEP, le canal de Marseille fait l'objet d'un entretien régulier, de surveillance de la qualité des eaux brutes (Ph, turbidité, hydrocarbures, radioactivité, température…) et d'un procédé de régulation pour limiter les prélèvements sur la ressource en eau.

Des prélèvements d'eau du canal, qui rappelons-le traverse le site, ont été effectués en amont et en aval du site (cf. §11.1).

3.5.3 Aspects réglementaires

Notons qu'une démarche est en cours pour l'établissement de périmètres de protection sur le Canal de Marseille.
Il existe actuellement un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône méditerranée, en vigueur depuis de 21/12/2015.

Selon les informations du site Gest'eau, le site n'est concerné ni par un schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE), ni par un contrat de rivière (voir cartes des SAGE et contrats de rivières en **annexe A2.4**). Il existe toutefois un contrat des milieux Métropole Marseillaise qui ne concerne pas directement le canal de Marseille mais l'Huveaune.

3.5.4 Usages des eaux superficielles

Sur la base de la consultation des organismes d'Etat, aucun prélèvement pour l'alimentation en eau potable n'est officiellement effectué sur le linéaire du canal de Marseille au droit et en aval du site à l'étude.

De plus, aucun captage n'est recensé sur les eaux superficielles de la région dans un rayon de 1 km autour du site (suite à la consultation des organismes, documents et sites internet dont la liste est présentée dans le tableau 2). Suite à notre consultation de la Direction de l'Eau et de l'Assainissement de Marseille, Mme Sophie BARDE nous a confirmé les points suivants :

- Leur exploitant, la Société Eau de Marseille Métropole, confirme qu'il ne reste plus que l'industriel PERASSO (en amont hydraulique du site) qui est encore livré en eau brute depuis cette dérivation du canal de Marseille. En revanche, il vient d'être informé par courrier qu'il est dans l'obligation de se raccorder au réseau d'eau potable car la dérivation va être totalement déclassée en tant qu'ouvrage d'eau brute à destination AEP
- Le canal alimente le parc de la Jarre et le Parc Pastré pour l'agrément. Une dizaine d'autres prélèvements existent, à vocation agrément et biodiversité, en amont hydraulique du site uniquement.

Nous noterons qu'en termes d'activités ludiques, des activités de baignade et de sports nautiques sont pratiquées sur le littoral, en revanche elles ne sont plus sensées exister au niveau de la parcelle B, la plage étant interdite par arrêté municipal et matérialisation sur site de panneaux et de barrières en interdisant l'accès.

Le contexte hydrologique local est représenté par la mer, présentant un usage de loisirs et de pêche, ainsi que le Canal de Marseille qui ne présente aucun usage déclaré ou règlementaire au droit et en aval hydraulique du site (ce dernier se jetant dans la mer en aval immédiat du site à l'étude).

3.6 Hydraulique et gestion des eaux de surface sur site

Le présent paragraphe présente les ouvrages de gestion des eaux sur site. Les écoulements des eaux de ruissellement sur les espaces naturels des calanques sont présentés dans le paragraphe 15.1.

De manière générale sur la partie usine, les eaux de pluie ruissellent de manière gravitaire sur la plateforme en enrobé jusqu'au niveau de l'entrée du site où elles rejoignent l'avenue de la Madrague de Montredon. Seules les eaux de toitures semblent collectées par les gouttières et acheminées par des réseaux souterrains vers le réseau d'eaux pluviales de la ville de Marseille.

Ce paragraphe vise à caractériser les différents systèmes de gestion des eaux identifiés sur site qui sont :

- Le canal de Marseille, traversant le site mais a priori déconnecté des eaux de ruissellement du site,
- Un ouvrage passant sous l'avenue de la Madrague entre les parcelles C et B, qui correspondrait à un ancien tunnel historique pour le transfert des déchets de l'usine vers la mer ou le crassier mais ne constitue pas une voie de ruissellement des eaux de pluie du site,
- Le système de récupération des eaux de toiture,
- Un ouvrage souterrain de fonctionnement et d'usage inconnu,
- Les deux bassins bétonnés.

➢ <u>Canal de Marseille</u>

Le site est traversé par le canal de Marseille (en bleu) qui s'écoule depuis le sud-est vers le nord-ouest. Les spécificités hydrologiques du canal sont détaillées dans le paragraphe 3.5.1.
Une dérivation de celui-ci est présente en hauteur au sud du site (tracé orange).



Figure 5 : Hydraulique et gestion des eaux sur site

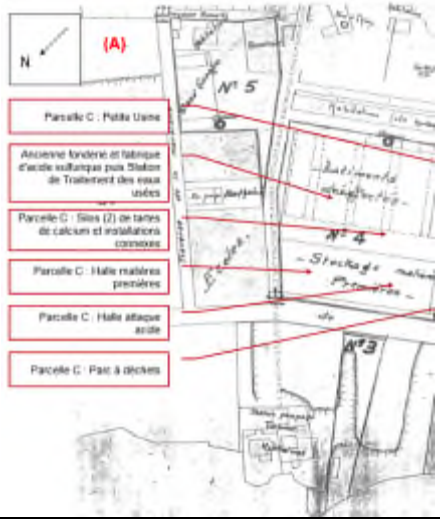
Le plan suivant présente le tracé du canal de Marseille.



Figure 6: Carte du réseau d'eau filtrée de la Société des Eaux de Marseille

Le canal de Marseille arrive sur site à l'air libre depuis le sud-est. Il s'écoule jusqu'à une écluse en hauteur puis descend du massif vers le bassin bas. Il est couvert depuis cette descente jusqu'à la sortie du site où il passe sous l'avenue de la Madrague de Montredon et à l'exutoire en mer.

CANAL DE MARSEILLE ET DERIVATION





Sur le plan de l'usine en 1990 **(A)**, une conduite figure en pointillés. Elle semble sortir du site à l'est passer sous le crassier avant de rejoindre la mer.

Une station de pompage et une turbine sont figurées sur les constructions du crassier.

Cette canalisation en pointillés semble commencer au niveau de la station de pompage et longer le bassin bas et continuer vers le massif.

Il est probable que cette canalisation corresponde à la dérivation du Canal de Marseille.

Sur le canal de Marseille, une « écluse » munie de deux vannes est présente en hauteur par rapport au site **(B)**.

Les deux vannes permettent une ouverture vers le site et une ouverture vers une conduite béton **(C)**.



Conduite béton de dérivation des eaux du canal en gravitaire **(C)**.



La canalisation présente aujourd'hui sort du crassier au niveau de la mer.



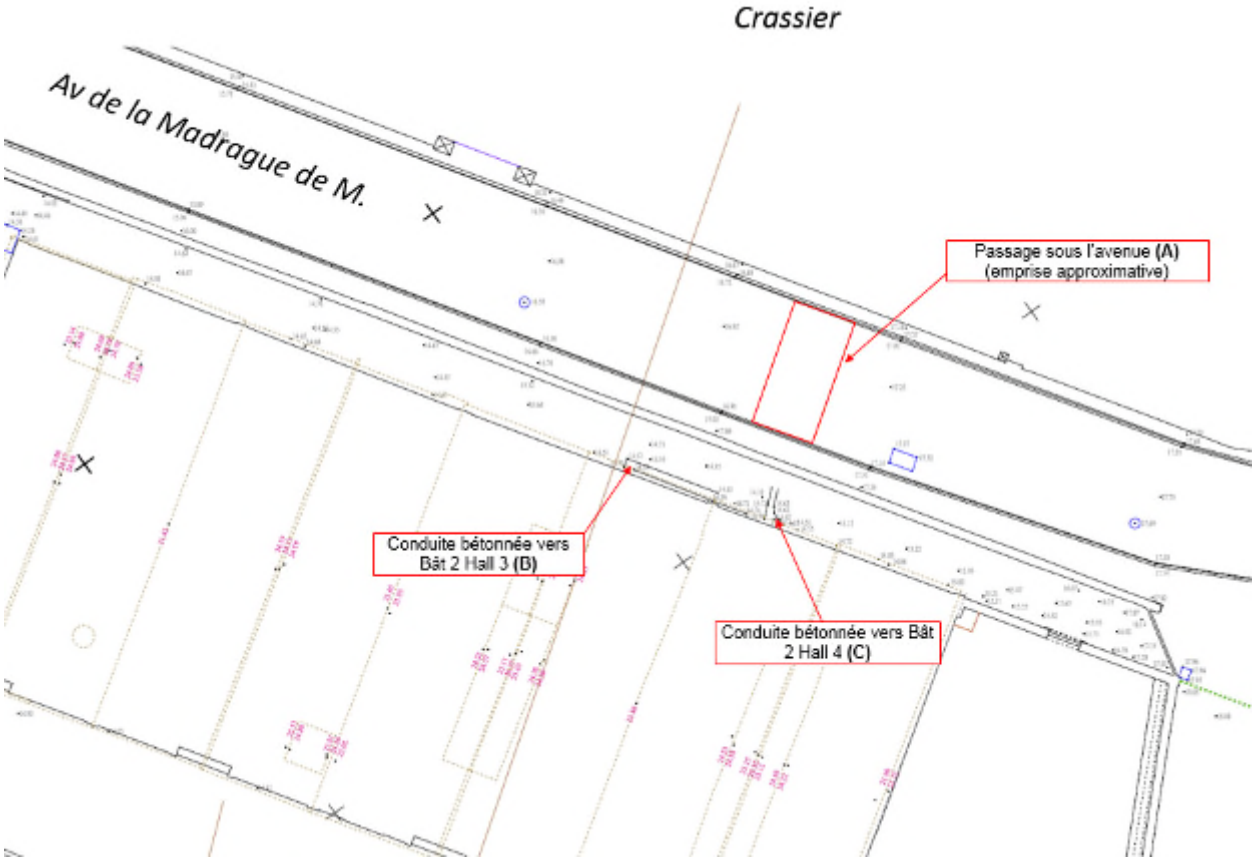


La partie coudée est cassée est à priori non étanche mais peu accessible **(E)**.

CANAL DE MARSEILLE ET DERIVATION	
	
Cette canalisation est bouchée par du béton à son extrémité **(D)**	Le bassin bas présente un système d'alimentation arrivant probablement de la station de pompage **(F)**.

➢ <u>Ouvrage sous l'avenue de la Madrague</u>

La figure et les photographies suivantes présentent le système associé à l'ouvrage présent sous l'avenue.



OUVRAGE SOUS L'AVENUE DE LA MADRAGUE



Le passage sous l'avenue **(A)** présente une rigole bétonnée à l'ouest.

Lors de forte pluie (le 12/04/2018), aucune eau ne s'écoulait dans cet ouvrage.





Cette rigole entre sur site depuis le crassier et se sépare en 2 directions **(B**).
La partie ouest longe le hall 3 du bâtiment 2 pour entrer dans celui-ci **(C)**.

Il semblerait que cet ouvrage permettait une évacuation des effluents liquides depuis le site vers le crassier.

Aucune information historique n'a été retrouvée afin de corroborer cette hypothèse.

Ce tunnel aboutissait initialement sur un talweg débouchant sur la mer qui a été progressivement comblé avec la mise en place du crassier.

- <u>Ruissellement sur site et collecte des eaux de toiture</u>

Aucune trappe de récupération des eaux de pluie et de ruissellement n'a été retrouvée sur site. Seules les eaux de toitures semblent collectées par les gouttières et acheminées par des réseaux souterrains vers le réseau d'eaux pluviales de la ville de Marseille.

Lors de fortes pluies (observées le 12/04/2018), les eaux de pluies qui ruissellent sur la plateforme en enrobé sortent du site de manière gravitaire au niveau de l'entrée du site (portail de l'avenue de la Madrague de Montredon).

- <u>Ouvrage souterrain</u>

Une structure souterraine légèrement en eau le 12/04/2018 a été identifiée au droit du site. Le fonctionnement et l'usage de cet ouvrage ne sont pas connus.

Les entrée et sortie de cet ouvrage n'ont pas pu être identifiées.

OUVRAGE SOUTERRAIN



Localisation du point d'observation et orientation supposée de l'ouvrage



Point d'observation de la structure enterrée.



Présence d'eau le 12/04/2018

Étant données la localisation et l'orientation de cet ouvrage, il est probable qu'il s'agisse d'un système permettant l'écoulement des eaux sous la plateforme usine.

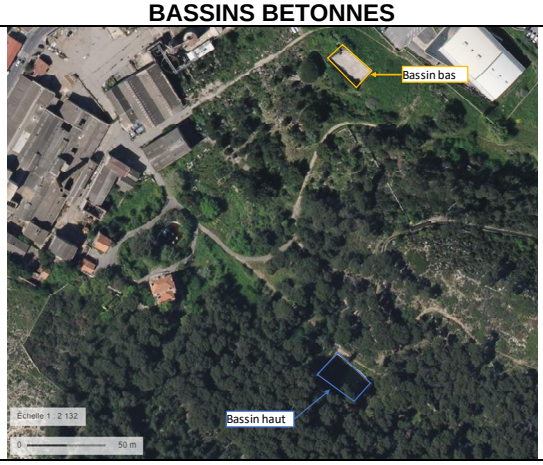
Le plan du site en 1885 fait état de « puits d'absorption des eaux d'écoulement et terrain vague ». D'après le plan il serait situé au droit du bâtiment 4. Celui-ci n'a pas été retrouvé aujourd'hui.

Cet ouvrage pourrait correspondre au ruisseau canalisé sous l'usine dont les études antérieures font état.

- <u>Bassins bétonnés</u>

Enfin, deux bassins bétonnés et enterrés sont présents sur le site.

BASSINS BETONNES



Localisation des deux bassins sur site

<table>
<tr><th colspan="2">BASSINS BETONNES</th></tr>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">Bassin haut : ouvrage bétonné de 24 m x 29 m avec un fond à environ 4.9 m et 1.2 m d'eau au 12/04/2018.
Ce bassin est parfois sec et de l'herbe semble parfois présente au fond de l'ouvrage.</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Photographie aérienne du bassin haut
(Géoportail - IGN 2011).</td><td>Bassin bas : ouvrage bétonné de 24 m x 14 m.
Ce bassin semble parfois sec et de la mousse est présente en fond.</td></tr>
</table>

Le bassin bas semblait alimenté par une canalisation. Celle-ci provenait soit de la station de pompage du crassier, soit de la dérivation du canal de Marseille en gravitaire. Aucun système de surverse n'a été identifié.

Aujourd'hui, ces systèmes d'alimentation ne semblent plus fonctionnels.

Le bassin haut était alimenté par une prise d'eau sur le canal de Marseille qui longe le bassin au nord. Aucun système de surverse n'a été observé.

Aussi, aujourd'hui et par le passé, les transferts depuis ces bassins (eau et ou sédiments) sont jugés peu probables.

Ces bassins ne semblent pas collecter les eaux de ruissellement (présence de murets épais) mais leur fonctionnement détaillé reste non connu. Leur rôle actuel sur le transfert de pollution apparait mineur.

A titre sécuritaire des prélèvements d'eau et de sédiment ont été effectués dans ces bassins (cf paragraphe 11).

3.7 Synthèse sur la vulnérabilité des eaux superficielles

- Canal de Marseille

Sur la base des informations collectées, il apparaît que le canal de Marseille bien que canalisé est potentiellement vulnérable vis-à-vis d'une pollution en provenance de l'ancien Site de la Madrague.

En effet, les eaux du canal de Marseille, dont le tracé à ciel ouvert traverse le site, peuvent potentiellement être polluées par des déversements accidentels. L'existence d'un conduit de dérivation, traversant les sols du site potentiellement pollués, peut affecter la mer en contre bas et ce par le transport de particules en cas de mauvaise étanchéité de cet ouvrage.

Des prélèvements d'eau du canal de Marseille ont été effectués en amont et en aval du site afin de garantir l'absence d'impact du site sur cette ressource (cf. §11.1).

En l'absence d'usage réglementaire ou connu du canal de Marseille au droit et en aval hydraulique du site, la ressource en eaux superficielles est considérée comme peu à pas sensible au droit et en aval du site d'étude.

- Mer

Le principal exutoire des eaux du site correspond à la mer sur le secteur faisant face à la parcelle B. Elle a reçu par le passé les eaux de ruissellement et des rejets directs de l'usine. Elle reçoit à ce jour uniquement les eaux de ruissellement du site au niveau du crassier.

Des activités de baignade et de sport nautiques sont pratiquées en mer à proximité direct de la parcelle B malgré leurs interdictions par arrêté municipal et les panneaux de signalisation existants.

Des prélèvements du milieu marin ont été effectués afin de garantir l'absence d'impact du site sur cette ressource. Les résultats sont présentés dans le paragraphe 12.

3.8 Contexte géologique

3.8.1 Contexte géologique régional

Le massif des Calanques possède une structure complexe : il forme une vaste structure plissée anticlinale, d'axe Est-Ouest, affectée par de nombreuses failles globalement orientées est-ouest.
Il est constitué de formations d'âge crétacé et jurassique.

D'après la carte géologique de la France au 1/50 000, feuille « AUBAGNE-MARSEILLE », le site se compose principalement, en dehors des remblais, des formations suivantes :

- Au droit des parcelles B, C et A pour partie Nord :
  - De cônes torrentiels würmiens, représentés par des cailloutis et limons plus ou moins argileux,
  - Des formations calcaires du Portlandien (inférieur ou supérieur) constitués de dolomies et de calcaires ;

- Plus au sud, des Goudes jusqu'au Mont-Rose, de formations du Barrémien à faciès urgonien (n4U - puissante masse calcaire en gros bancs) puis de l'Hauterivien (*n3* - calcaires en bancs), puis du Valanginen (*n2* -calcaires légèrement argileux en petits lits entrecoupés de petits bancs de calcaire lithographique) et du Portlandien (*j9b* – calcaires en gros bancs à alternances de calcaires dolomitiques en plaquettes.

Au sein de ces formations des variations latérales et verticales de faciès brutales sont fréquemment observées, à la faveur d'horizons fracturés ou altérés notamment.

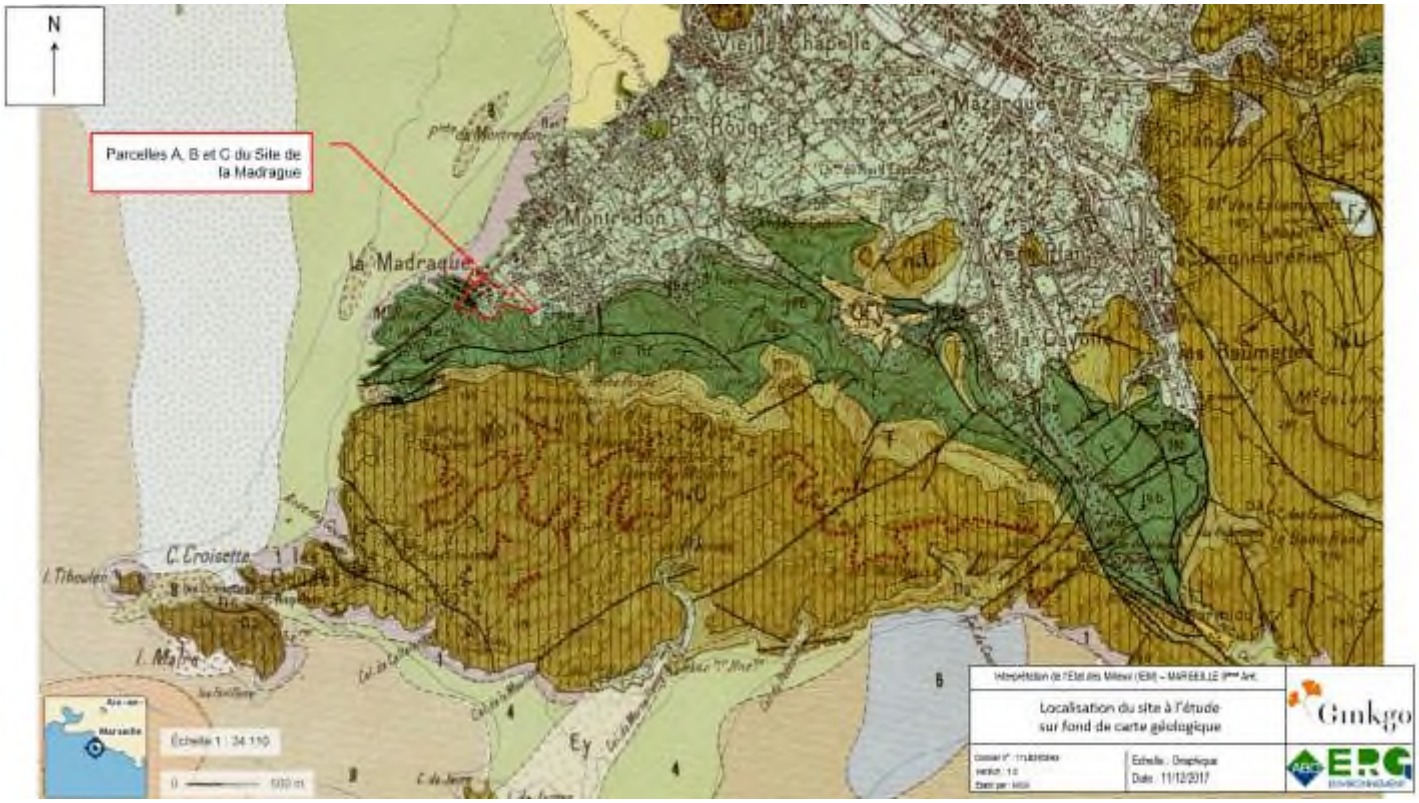


Figure 7 : Localisation du site sur un extrait de la carte géologique au 1/50 000, feuille « AUBAGNE-MARSEILLE »

3.8.2 Contexte géologique local

De nombreux sondages de profondeur modérée ont été effectués au droit de la parcelle C dans le cadre de précédents diagnostics ; deux piézomètres plus profonds ont également été mis en place au droit du site (Rapport APAVE N°P6063-A/02 de février 2003).
Ces ouvrages mettent en évidence des épaisseurs variables de remblais de type silto-sableux de moins d'1 m à près de 15 m d'épaisseur (notamment sur le secteur B), surmontant des calcaires microcristallins jusqu'à la profondeur investiguée de 21 m.

Des détails concernant la géologie au droit de la parcelle C sont disponibles dans le rapport d'étude G2AVP établi par ERG Géotechnique référencé 17MG570Ab/GE/MBn/CV/41851 en date du 06/03/2018. Cette étude a mis en évidence la présence au droit de cette parcelle de la succession lithologique suivante, de la surface vers la profondeur :

- Remblais graveleux à sablo-limoneux avec plus ou moins de débris sur une épaisseur de 0,5 à 4 m ;
- Sables plus ou moins limoneux ou limono-argileux à cailloux et cailloutis calcaires (épaisseur de 1,5 à 3 m) ;
- Calcaire fracturé et altéré (épaisseur de 1 à 3 m) ;
- Calcaire dont le toit est atteint entre 8 et 19 m NGF.

La présence historique de sablières / carrières en bordure Est de la parcelle C (cf. paragraphe 4.3) permet d'affirmer que les sables retrouvés au droit de la parcelle C correspondent très vraisemblablement à du terrain naturel et non à des remblais comme indiqué dans le rapport de l'APAVE de 2003.

En ce qui concerne la parcelle B, la géologie du crassier est décrite dans le paragraphe 9.2 du présent rapport.

La présence de matériaux moyennement à très perméables au droit du site est favorable à un transfert en profondeur d'éventuelles pollutions générées par le site. Toutefois, les analyses sur éluât réalisées dans le cadre des études antérieures (voir mémoire de réhabilitation établi par ANTEA en 2010) ont mis en évidence que les métaux enregistrés ne sont pas lixiviables.

3.9 Contexte hydrogéologique

Le secteur d'étude s'inscrit dans la masse d'eau des massifs calcaires jurassique et crétacé inférieur des calanques et du bassin du Beausset (référencée PAC06J). Au sein du massif calcaire, les formations aquifères ont une morphologique karstique très développée (perméabilité en grand). Les écoulements sont drainés vers la mer, et sont donc globalement orientés nord-sud.

L'extrait de la carte remontée de nappe est présenté à l'**annexe A2.2**.

L'exutoire est constitué par un groupe de sources littorales et sous-marines dont les 2 résurgences principales sont :

- La source de Port-Miou, à l'ouest de Cassis, à l'issue d'une galerie noyée à 6 m sous le niveau de la mer. Une importante galerie noyée, atteignant 20 m de diamètre a pu être reconnue et levée sur plusieurs centaines de mètres. L'eau de la source de Port-Miou est saumâtre, ce qui empêche son utilisation directe pour l'alimentation en eau potable. Elle présente un débit estimé entre 3 et 160 m^3/h soit un débit moyen d'environ 7 m^3/s. Son bassin d'alimentation n'a pas été délimité à ce jour.
- La source du Betouan, à l'Ouest de la sortie du Port de Cassis, de moindre taille.

Extrait du guide technique n°3 « connaissance et gestion des ressources en eaux souterraines dans les régions karstiques » – juin 1999 :
L'aquifère karstique se distingue des aquifères poreux et des aquifères fissurés, par le fait qu'il possède des vides de grandes dimensions, dans lesquels les eaux souterraines sont susceptibles de circuler très vite. Les dimensions des vides dans le karst couvrent une très large gamme de valeurs, depuis les fissures d'ouverture micrométrique et longues de plusieurs mètres jusqu'à des conduits de quelques dizaines de mètres de section et longs de plusieurs kilomètres. De même, les vitesses d'écoulement souterrain vont de moins de quelques centimètres par heure à plusieurs centaines de mètres par heure.
De ce fait, dans les aquifères karstiques fonctionnels, la très grande majorité des eaux séjourne moins d'un cycle hydrologique, et souvent seulement quelques jours à quelques semaines. Pour cette raison, toutes les caractéristiques physiques, chimiques et hydrauliques, présentent une très grande variabilité spatiale et temporelle.

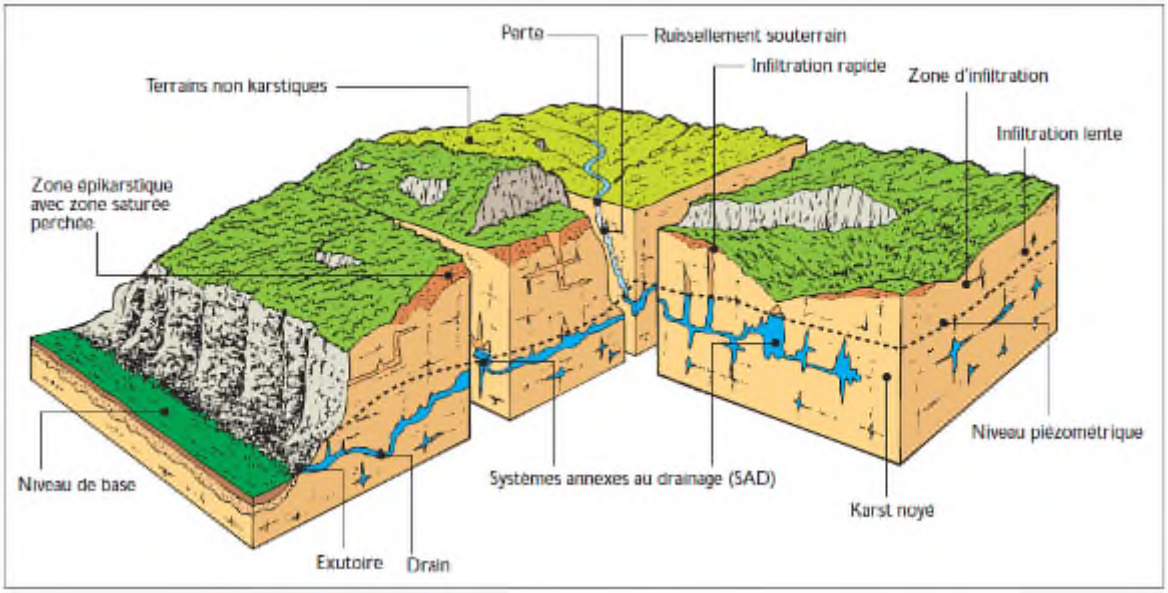


Figure 8 : schéma de fonctionnement d'un aquifère karstique (d'après Mangin, 1975)

Comme la plupart des réseaux karstiques, il est difficile de déterminer la piézométrie.

Les piézomètres mis en place au droit du site (Rapport APAVE N°P6063-A/02 de février 2003) ont mis en évidence :
- La perte totale d'eau de forage lors de la foration de l'ouvrage Pz1-LM de -5,5 m jusqu'à -21,0 m révélant la présence d'une fracturation importante,
- Un niveau d'eau relevé au droit de l'ouvrage Pz1-LM de 15 m de profondeur en septembre 2002 et 11 m de profondeur en janvier 2003,
- La perte totale d'eau de forage lors de la foration de l'ouvrage Pz2-LM de -10,75 m jusqu'à -15,5 m révélant la présence d'une fracturation importante,
- Cependant l'ouvrage Pz2-LM s'est révélé sec lors des deux contrôles en 2002 et 2003.

Ces caractéristiques confirment l'hétérogénéité de l'aquifère calcaire dont les circulations suivent des cheminements préférentiels en fonction du développement du réseau de fissures et de fractures. De par ses propriétés, l'aquifère karstique constitue une ressource potentiellement vulnérable.

Des circulations de surface en lien avec la pluviométrie peuvent également être présentes au sein des dépôts würmiens et des remblais dont l'écoulement suit généralement la topographie, vers le Nord-Ouest.

La formation calcaire au droit du site correspond à un aquifère karstique, dans lequel un niveau d'eau a déjà été mesuré entre 11 et 15 m de profondeur, les écoulements au sein de cet aquifère pouvant être rapides et suivre des cheminements préférentiels vers l'exutoire marin. Par ailleurs, la présence d'un biseau salé est très probable du fait de la proximité de la mer.

3.10 Usage des eaux souterraines

3.10.1 Usage pour l'Alimentation en Eau Potable

D'après les informations obtenues auprès de l'Agence Régionale de Santé Provence Alpes Côtes d'Azur et du site ADES, les eaux superficielles ne sont pas exploitées à des fins d'AEP dans la zone d'étude.

L'alimentation en eau potable de la ville de Marseille s'effectue par les eaux du canal de Provence.

Un captage de secours est présent dans le quartier de Saint Joseph à plus de 5 km au Nord du site, dans les formations oligocènes sans lien avec l'aquifère karstique présent au droit du site.

3.10.2 Usage autre que pour l'Alimentation en Eau Potable

Selon les données de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse (RMC) et de la banque de données du sous-sol du BRGM, aucun captage n'est recensé dans le secteur d'étude.
Les seuls usages recensés concernent la nappe des alluvions de l'Huveaune et l'aquifère oligocène, non vulnérables vis-à-vis du site étudié.

Une enquête terrain a été réalisée en 21 jours sur 8 semaines par 2 intervenants dans la limite des autorisations d'accès obtenues sur les habitations riveraines. Aucun usage des eaux souterraines n'a été mis en évidence au niveau des 78 parcelles de riverains qui ont pu être visitées à l'exception d'un seul ouvrage (puits privé non utilisé) observé dans le secteur 5 (zone 45), à un peu plus de 350 m à l'Ouest du site, en latéral hydraulique.

Le site étant positionné à proximité de la mer, l'aval hydraulique représente une surface très limitée et influencée par le biseau salé, ce qui est en fait un milieu peu exploitable d'autant plus que limité à des circulations. En effet les paramètres physico-chimiques enregistrés au niveau du piézomètre sur la parcelle C peuvent être rapprochés à ceux d'une eau saumâtre (conductivité de 14700 µS/cm).

Les eaux souterraines en milieu karstique peuvent être une voie de transfert vers le milieu cible constituée par la mer mais ne représentent pas un milieu d'exposition. L'eau souterraine au droit du site ne constituant pas une ressource locale, ce milieu n'a donc pas été étudié dans le cadre de l'IEM.

3.11 Usage des sols

Le site est localisé dans un environnement périurbain à caractère naturel et d'habitat résidentiel.
Une enquête terrain a été réalisée en 21 jours sur 8 semaines par 2 intervenants dans la limite des autorisations d'accès obtenues sur les habitations riveraines. ERG s'est présenté sur près de 440 propriétés, dont 78 ont pu être visitées pour constater les usages pratiqués.

La cartographie des usages est présentée en annexe **A2.1** et met en évidence :

- Les secteurs d'habitation individuelles ou collectives avec ou sans jardin potager ou verger,
- Les aménagements publics (établissements scolaires, installations sportives, parc,…),
- Les zones de chasse dans les calanques,
- Les plages avec activité de baignade

Par ailleurs, il apparait à la lecture de la cartographie des usages sensibles enfance, jeunesse et éducation (Source https://mairie-marseille6-8.fr/votre-quotidien/enfance-jeunesse-education/) que le secteur est concerné par la présence :

- D'une douzaine d'Assistantes Maternelles (ASMAT) répertoriées sur le périmètre d'étude et d'une manière relativement dense dans les secteurs Est et Nord-Est du site.
- Des deux établissements scolaires qui ont fait l'objet d'études et de validation de la compatibilité de l'état des milieux avec les usages ETS, dans le cadre du 2ème Plan national santé environnement 2009-2013 (action 19 : identification des établissements recevant des populations sensibles sur des sites potentiellement pollués du fait d'anciennes activités industrielles) ; démarche pilotée par le Ministère en charge de l'Écologie et sous maitrise d'ouvrage BRGM.
- D'une école maternelle « Engalière » qui est localisée à près de 1 km au Nord-Est du site en limite de zone d'étude,
- Notons que les deux crèches les plus proches du site sont localisées à 1,5 et 1,6 km à l'Est (respectivement crèche publique « Pointe rouge » et crèche privée « Les enfants de Parangon »)

4. ÉTUDE DE L'HISTORIQUE DU SITE DE LA MADRAGUE (PARCELLES A, B ET C)

Le site et l'environnement dans lequel s'inscrit le site à l'étude sont marqués par les activités industrielles du XVIIIème, XIXème et XXème siècle. Au cours des XVIIIème et XIXème siècles, la ville de Marseille présente un contexte industriel important et varié dans ses productions : industries du savon, du sucre, des huiles, des tuiles, de la métallurgie (plomb), des produits chimiques (soude, soufre, acide sulfurique et tartrique, etc.), extraction de matériaux d'œuvre, de fabrication de chaux, etc. Ainsi, les établissements LEGRE produisaient dès 1829 de l'acide tartrique sur la Canebière à Marseille.

Le développement du tissu industriel du massif de Marseilleveyre où se trouve le site étudié, s'ancre au XVIIIème siècle avec l'exploitation d'une carrière de calcaire et d'une dizaine d'usines de produits chimiques et métallurgiques.

Le site de la Madrague a abrité en particulier :

- Une usine de traitement de plomb argentifère et de zinc par natrométallurgie et fabrication de soude (1875-1883 : Hilarion-Roux) ;
- Un site de production d'acide tartrique et d'acide sulfurique (de 1888 à 2009).

Les paragraphes suivants décrivent les principales étapes historiques et procédés industriels pratiqués entre le XVIIIème et le XXème siècle sur le site étudié et leur potentiel de nuisance actuelle sur l'environnement.

Les informations présentées dans les paragraphes suivants sont issues de données collectées auprès des Service de l'Etat (particulièrement documents transmis par la Préfecture), des Archives Municipales et départementales, des bases de données du Ministères ainsi que du Livre intitulé, « les Calanques de Marseille et leurs pollutions », réalisé sous la direction de Xavier Daumalin et Isabelle Laffont-Schwob.

4.1 Fonderie et affinage de plomb et de zinc Hilarion–Roux, 1875-1883

En 1868 Julien Hilarion-Roux dépose d'un brevet pour un procédé de dézingage et la désargentation des plombs argentifères. En mai 1873, la société anonyme Métallurgique de Marseille est fondée par Julien Hilarion-Roux. La société fait l'acquisition en décembre 1873 d'une propriété rurale de 13 ha avec tunnel accès à la mer, au droit de laquelle il bâtit en 1875 une usine, principalement dédiée à l'affinage de plomb.

Celle-ci employait environ 140 ouvriers, consommait jusqu'à 50 tonnes de houille par jour pour les fours et comptait les principaux équipements suivants en 1877[2] :

- Machine à vapeur de 25 chevaux pour le concassage des minerais
- Four réverbère à double sole et à 12 portes (15 mètres de longueur, 3 m de largeur) pour le grillage des minerais
- 4 fours à manche circulaires de 2 mètres de hauteur pour le traitement des oxydes de plomb
- Four à cuve pour le grillage des mattes et des crasses
- Machine à vapeur de 8 chevaux pour la soufflerie des fours à manche
- Batteries de cinq chaudières pour l'épuration à la soude
- Bâches pour la revivification de la soude
- 3 batteries de chaudières pour la désargentation par le zinc
- Machine à vapeur de 12 chevaux pour la soufflerie dans les ateliers de désargentation et de zingage
- Cuves en fonte pour la condensation du zinc
- Creusets er plombagine pour dézinquification des croûtes riches
- 2 fours à coupelle anglaise pour l'extraction finale de l'argent
- Petits fours à manche pour la revivification des litharges
- Machine à vapeur de 30 chevaux pour les transports intérieurs de l'usine
- Conduit rampant de 665 mètres pour l'évacuation des fumées terminé par une chambre de condensation de 3.000 m^3 et une cheminée verticale de 35 mètres.

[2] Source : BESMP, J 1876 (6), « Journal de voyage fait (...) par les élèves ingénieurs Monthiers et Sciama » ; J 1877, J. Roche et A Badoureau, « Journal de voyage. France, Espagne, Portugal, Algérie » et M 1878-1879 (998), Jules Petitdidier, « Usines à plomb des environs de Marseille »

Dans sa configuration initiale le dispositif de condensation et d'évacuation des fumées était d'une dimension plus limitée. En effet, c'est suite à la remise en cause de l'efficacité du condensateur de l'usine, en 1878, que Hilarion Roux a été contraint de rectifier le mauvais positionnement de la cheminée recrachant les fumées, par sa démolition et la prolongation en 1879 de la conduite de 200 m pour faire passer la nouvelle partie de carneau vers le point culminant de la montagne (voir Figure 13 page 45 montrant le dépôt d'un nuage de fumée à cette époque dans le secteur dénommé « secteur 6 » dans le cadre de la présente étude. Le dispositif dans sa configuration initiale a donc été à l'origine d'au moins un épisode d'envol fortement contaminé).

L'industrie du plomb, telle qu'elle apparaît à Marseille en 1847 et fonctionne jusqu'aux années 1880, s'appuie sur le travail de trois types de matières premières et de produits. Les deux principaux sont le minerai (ou galène) de plomb et le plomb argentifère. Occasionnellement ou de manière moins importante, le secteur traite aussi des scories, résidus de réduction et d'affinage d'anciennes exploitations minières de plomb. À la suite d'une chaîne d'opérations (décrites ci-dessous), les usines livrent au commerce du plomb marchand, métal débarrassé de ses impuretés et donc prêt à être transformé en produits industriels, et de l'argent. Le milieu des années 1880 marque la fin d'une période pour cette branche d'activités à Marseille et dans ses Calanques.

La faillite de la banque Roux entraine la fermeture de l'usine d'Hilarion Roux à la Madrague de Montredon en 1884 qui met un point final au travail des minerais et des scories de plomb dans la ville et ses proches alentours.

L'usine de l'Escalette reste alors le seul établissement industriel traitant le plomb en fonctionnement dans le secteur jusqu'à sa cessation d'activités en 1924. Soit une exploitation à proximité du site à l'étude pendant plus de 40 ans.

4.1.1 Historique des procédés utilisés par les usines à Plomb dans les Calanques en général et dans l'usine de Montredon plus spécifiquement

L'histoire des procédés utilisés par les usines à plomb marseillaises est marquée par la succession de deux périodes bien distinctes :

- La 1ère entre la fin des années 1840 et la fin des années 1860 (période antérieure aux activités Hilarion Roux au droit du site à l'étude dans le quartier de Montredon) :
  - Elle s'appuie sur un mélange de techniques déjà éprouvées en Savoie, en Bretagne et en Espagne et sur une innovation anglaise fondamentale, le « pattinsonage ».
  - Traitement du minerai (la galène de plomb), qui est broyé puis chauffé à haute température (1 050° C) dans des fours à réverbère, afin d'éliminer le soufre qu'il contient et obtenir de l'oxyde de plomb (133). Cet oxyde est ensuite fondu dans des fours à cuve (appelés chambre de calcination à Marseille) avec du coke et de l'air, pour libérer le dioxyde de carbone et le réduire en métal. Le plomb d'œuvre ainsi obtenu passe alors dans des fours à manche chargés d'éliminer ses impuretés (antimoine, arsenic, cuivre, zinc et cadmium).
  - Traitement du plomb affiné pour opérer la séparation du plomb brut et de l'argent, les deux produits livrés au commerce par les usines marseillaises, selon 2 étapes :
    - Pattinsonage[3] méthode d'enrichissement des plombs en teneur d'argent. Le plomb d'œuvre fondu dans des chaudières, puis refroidi lentement, cristallise progressivement. Les premiers cristaux à se former sont du plomb pur et l'argent se concentre dans le résidu liquide. Par une série de cristallisations successives, une grande partie du plomb brut est retiré, de chaudière en chaudière, et peut ainsi passer au commerce. Le plomb enrichi en argent est lui conduit vers les ateliers de coupellation, afin d'extraire un argent métal suffisamment pur pour être coulé en lingots et partir à la vente.
    - Réduction des litharges, les oxydes de plomb obtenus lors de la coupellation.

- La 2ème et dernière qui débute à la fin des années 1860 (période des activités Hilarion Roux au droit du site à l'étude dans le quartier de Montredon) : cette période technique se caractérise par une vague d'innovations modifiant en profondeur les équipements et les méthodes de production des établissements. La crise est venue frapper la branche d'activités et pousse les entreprises locales à renouveler leurs procédés dans l'optique d'économiser la main-d'œuvre, d'abaisser les coûts de fabrication, de limiter les pertes de métal dans la chaîne productive et de diversifier leurs approvisionnements en matières premières. Les trois avancées techniques majeures qui ont été adoptées par les usines marseillaises des Calanques durant cette période sont : brassage mécanique, natro-métallurgie et zingage :
  - Etape de l'affinage des plombs d'œuvre : en 1869, dans leur usine de Saint-Louis, Luce fils et Gustave Rozan remplacent le procédé traditionnel d'épuration dans des fours à manche par un système recourant à la vapeur pour obtenir une action à la fois mécanique et chimique dans un bain de plomb fondu. Un courant de vapeur d'eau débouchant au fond d'une cuve de métal liquide provoque en effet un bouillonnement propre à agiter la masse en fusion et à oxyder les matières devant être éliminées (antimoine, arsenic et cuivre notamment). Ce procédé apportant des économies conséquentes sur les coûts de production et limitant les pertes de plomb est adopté

[3] Procédé mis au point par le chimiste et industriel anglais Hugh Lee Pattinson en 1833 et introduit à Marseille en 1847 par l'espagnol Luis Figueroa dans son usine du Rouet

quelques années après par l'usine de l'Escalette.

- Les recherches sur l'amélioration des techniques d'affinage monopolisent alors l'attention des ingénieurs et entrepreneurs, dont la motivation est guidée par les calculs comptables liés au récent élargissement géographique des approvisionnements en matières premières. Ces dernières sont parfois difficiles à traiter économiquement par les méthodes traditionnelles, notamment les plombs argentifères produits au Laurium par Hilarion Roux, marqués par des teneurs élevées **en antimoine et en arsenic.** L'enjeu est crucial « vu la quantité de plomb de Grèce importée annuellement en France ». L'invention de la natro-métallurgie vient alors à bout de ces difficultés.

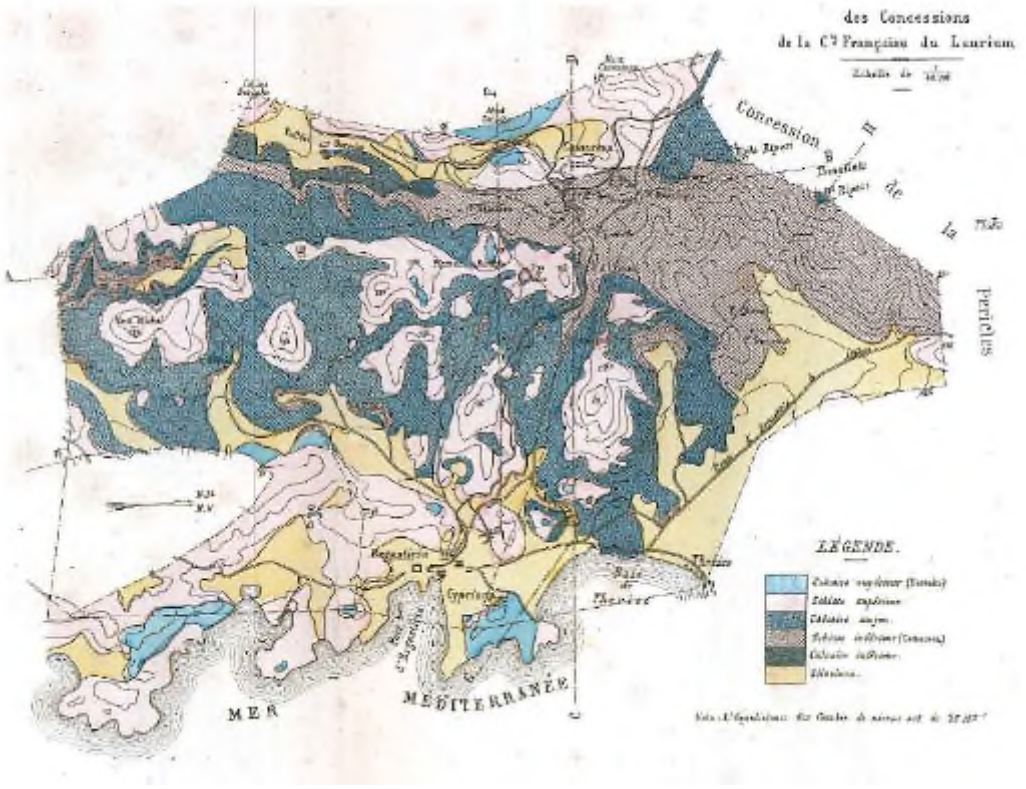


Figure 9 – Carte géologique des concessions de la Compagnie française des mines du Laurium (1875)

Mines et les sources d'approvisionnement des minerais de plomb

Pour plus d'information quant aux sources d'approvisionnement des minerais de plomb pendant les périodes d'activités des industries, l'ouvrage « construire des Mondes : Élites et espaces en méditerranée » et particulièrement le volet traitant de l'« Espace industriel et stratégie personnelle : Hilarion Roux et la construction d'une Méditerranée du plomb » a été consulté. Il a permis de mettre en évidence que :

- En 1845 Hilarion Roux, qui n'est encore ni entrepreneur minier, ni fondeur, achète des actions de mines argentifères de la sierra Almagrera, ce qui joue un rôle quasi propédeutique, puis Hilarion Roux se lance dans l'achat de parts de sociétés de mines de plomb argentifère et de petites fonderies de la sierra de Carthagène.
- Roux est intéressé par l'opportunité de l'exploitation des ecvolades qui sont des matériaux laissés par l'exploitation antique au Laurium, permettant la création d'un axe entre Carthagène et le Laurium. Roux fonde ainsi la Compagnie française des mines du Laurium, en 1875.
- Selon les informations collectées plusieurs autres initiatives de Roux viennent « épaissir » cet axe Ouest-Est pour lui donner la figure d'une large présence en Méditerranée ; notamment la construction d'une usine à Marseille, correspondant très probablement au Site de la Madrague à l'étude, destinée notamment à traiter les minerais complexes du Laurium, et la mise en exploitation de mines en Sardaigne dans plusieurs îles grecques.

L'ouvrage précise également que d'une manière plus générale, c'est en Méditerranée, que sont exploités les gisements avec une pluralité des points d'ancrage de l'économie du plomb sur le pourtour de la Méditerranée. Les lieux de production y sont multiples, de l'Espagne à la Grèce et aux pays du Maghreb, auxquels il faut joindre le cas original de Marseille, ville sans bassin minier, mais centre majeur de l'industrie du plomb et cœur du négoce international pendant les décennies médianes du siècle. La Méditerranée permet donc une lecture des stratégies entre les lieux, et aussi selon différentes échelles ou configurations : l'échelle locale, pertinente pour plusieurs bassins espagnols, une structuration en axes autour de Marseille, la Méditerranée dans son ensemble, l'au-delà de la Méditerranée

Les liens entre Marseille et le plomb espagnol sont très antérieurs aux années 1840. Ils ont été établis dès le début des années 1820 par des émigrés demi-soldes, Guerrero et surtout Figueroa. Cet héritage présente des caractéristiques précises : il s'agit de plomb andalou, provenant de minerai de la Sierra de Gador, dans la province d'Almeria ; c'est un plomb « pauvre », non argentifère et Marseille remplit une fonction exclusivement négociante, de distribution, en France et en Méditerranée, de produits élaborés en Espagne par des entreprises sous contrôle du capital local ou du négoce. Les années 1840 voient apparaître trois changements. Le premier est un glissement vers le Nord-Est des zones productives, la sierra Almagrera et la sierra de Carthagène, celle-ci dans la province de Murcie. Le second est l'apparition de l'argent, soit comme métal dominant, en sierra Almagrera, soit comme métal annexe, dans la sierra de Carthagène. La troisième évolution est un double élargissement des intéressés, géographique avec l'apparition d'une spéculation espagnole d'envergure nationale, incluant Barcelone et surtout Madrid, professionnel avec l'intérêt nouveau d'affairistes et de banquiers intéressés surtout par le métal monétaire qu'est encore l'argent.

Ainsi les activités de fonderie au droit du site utilisaient quasi exclusivement le minerai en provenance des mines du Laurium et de Sardaigne qui ont également, très probablement, alimenté le site de l'Escalette pour ses activités de fonderie.

Nous ne disposons pas de plus d'information de détail quant à l'origine des minerais utilisés pendant la période d'activités sur le site à l'étude et sur le site de l'Escalette.

- Procédé d'affinage et d'épuration des plombs argentifères au moyen de la soude, inventé par l'ingénieur Émile Thomas Payen à Marseille au début des années 1870. **Cette méthode, permettant de traiter à moindre coût les plombs durs importés du Laurium, est testée dans une usine du Prado en 1873 et se trouve à l'origine de la fondation de l'établissement de la Madrague de Montredon l'année suivante**[4].
- Émile Thomas Payen avait remarqué la « propriété que possède un bain d'alcali caustique hydraté fondu de dissoudre ou tout du moins d'oxyder successivement tous les métaux en les entraînant dans une scorie soluble, à l'état de fusion ignée, sauf trois qui sont le plomb, l'argent et l'or » (l'argent ayant une très grande affinité avec le plomb). La soude s'empare des impuretés dans l'ordre suivant : le zinc et l'arsenic, puis l'antimoine dont on tire parti ultérieurement.

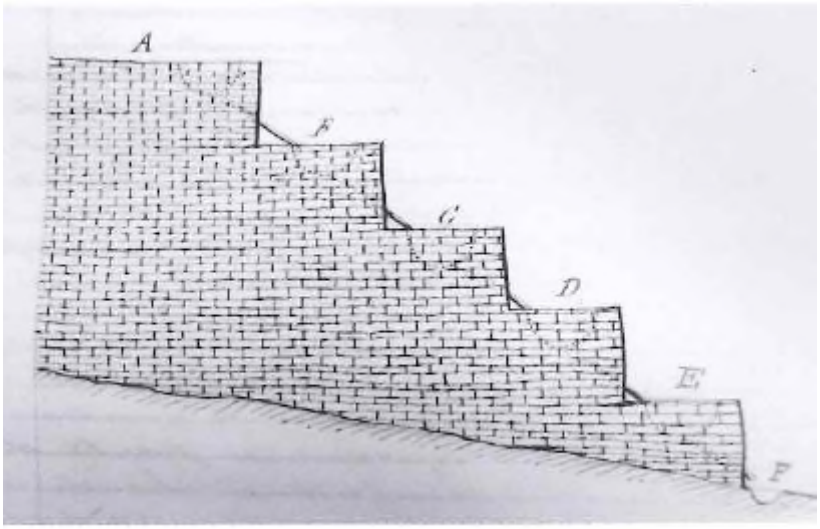


Figure 10 – Batterie de chaudières pour le traitement du Plomb d'œuvre à la soude de l'usine de la Madrague de Montredon (1882) – Source : BESMP, J 1882/2

- La dernière grande innovation, la technique dite du zingage, concerne l'étape de séparation de l'argent métal du plomb. Mise au point par l'Anglais Alexander Parkes au cours des années 1850-1852, elle est tout d'abord appliquée à Marseille dans les ateliers dirigés par Mariano Guilhem au Rouet en 1869, avant de gagner l'usine de l'Escalette au début des années 1870 et d'être **mise en place à Montredon lors de l'ouverture de l'établissement d'Hilarion Roux en 1874. La méthode présente l'avantage d'être plus économe en main-d'œuvre et en charbon de bonne qualité que le pattinsonage et s'appuie sur les propriétés particulières du zinc.**

[4] BESMP. J 1876 (6). • Journal de voyage fait pendant l'été 1876 dans le Centre et le Midi de la France par les élèves ingénieurs Monthiers et Sciama fol. 10

4.1.2 Déchets et pollutions pouvant être générées par les activités de traitement des galènes et des plombs argentifères

4.1.2.1 Process de traitement

Les pollutions provoquées par les usines spécialisées dans le traitement des galènes et des plombs argentifères sont diverses et peuvent être importantes, sur la base des rapports de visite d'établissement et dans les traités de métallurgie :

- Toutes les étapes de production des usines à plomb ne présentent pas les mêmes natures et les mêmes niveaux de nocivité. Certaines impactaient plus lourdement les sols et les organismes vivants.
- **L'exemple des années 1850-1860 (période antérieure aux activités Hilarion Roux au droit du site à l'étude dans le quartier de Montredon), moment durant lequel les pollutions sont les plus lourdes**, est révélateur à cet égard :
    - Il y a tout d'abord les résidus carbonés (« noir de fumées »), produits à presque tous les stades de la production, avec l'utilisation de cuves, fours, fourneaux, coupelles et chaudières. Dans des foyers alimentés à la houille sans appareil fumivore, 15 % du combustible se dispersent dans l'air[5].
    - Entre le travail sur les minerais et l'extraction finale de l'argent, plusieurs traitements génèrent d'autres types de pollutions et de déchets. Ainsi, le grillage des galènes à haute température provoque un rejet important de soufre, avec un risque de transformation en acide sulfurique selon le taux d'hygrométrie sur zone.
    - L'affinage du plomb brut rejette dans l'atmosphère des particules métalliques et de métalloïdes : arsenic, antimoine, fer, cuivre, zinc et cadmium.
    - Le pattinsonage entraîne une perte de poids des plombs fondus. La coupellation provoque également une perte de métaux. La proportion de perte est du même ordre pour la dernière phase, celle correspondant à la réduction des litharges.

Les taux de perte et d'impact induit collectés dans la littérature sont à considérer avec prudence, les taux généraux avancés ne tenant pas compte d'une série d'éléments internes et externes à la production qui jouent un rôle important dans les variations des niveaux de pollution (types de galènes, de plombs et de scories argentifères traités dans le temps et dans les différentes usines ; état des cheminées rampantes et des condensateurs ; habileté et expérience des ouvriers de chaque usine ; utilisation du lignite avec ou en remplacement de la houille ; vents sur zone...)[6].

Globalement, on retiendra que le procédé de traitement des plombs argentifères par affinage et pattinsonage entraînait environ 6 % de pertes en métaux dans les années 1850. En 1877, le passage à la méthode du zingage a permis de réduire ce chiffre d'au moins un quart (selon le tonnage des rejets de l'usine de l'Escalette en 1877 établi par un ingénieur des Mines Jules Petitdidier).

Ainsi le procédé employé pendant les 8 années d'activités au plomb (de 1875 à 1883) sur le site à l'étude présentait une meilleure performance dans le process avec des taux de perte en ETM limités par rapport aux process utilisés précédemment dans les usines de plomb des Calanques et particulièrement à l'Escalette localisée à moins de 1 km au Sud-Ouest du site (durant 25 ans, de 1852 à 1877, date de passage à la méthode de zingage).
Ainsi, sur une période équivalente à celle de l'usine du Site de la Madrague, l'usine de l'Escalette était environ 6 à 10 fois plus émettrice que le Site de la Madrague.

4.1.2.2 Dispositif de condensation et d'évacuation des fumées

Par ailleurs, entre la sortie du quartier de Montredon, au niveau de l'ancienne Madrague, et Callelongue, les condensateurs sont d'une grande simplicité pendant la 1ère moitié du XIXème siècle. A titre d'exemple, les usines de l'Escalette et des Goudes ne sont ainsi dotées que de simples conduits, d'une longueur relativement peu importante et terminés par une cheminée verticale de faible hauteur. Ces dispositifs établis du propre chef des industriels, ne sont pas vraiment des condensateurs, mais plutôt un outil de redirection de fumées. Ainsi les fumées non épurées conservent leur nocivité. Seule une légère perte en volume de rejet est à noter du fait des crasses chargées de particules qui s'accrochent à leurs parois en chemin.

Ce qui n'est pas le cas sur le site de la Madrague à l'étude. En effet, sur ce territoire bien plus peuplé et construit, doté d'une végétation et de cultures à protéger, que ce soit pour des usages agricoles ou de loisirs, la construction d'un condensateur muni de véritables chambres de condensation est une contrainte imposée par les pouvoirs publics à la construction.

---

[5] ADBDR, 5M44, travaux du conseil d'hygiène et de salubrité du département des Bouches du Rhône, « Rapport de la Souchère sur les appareils fumivores », 1854
[6] Louis Édouard Rivot, Principaux du traitement des minerais métallurgiques : traité de métallurgie théorique et pratique. Métallurgie du plomb et de l'argent, Pans, 1872

La Figure 11 présente le plan général de l'usine de la Madrague de Montredon, pendant sa première phase d'activité de Plomb et de son condensateur (état en 1885) ; la gravure suivante est également une vue d'ensemble de l'usine en 1885.



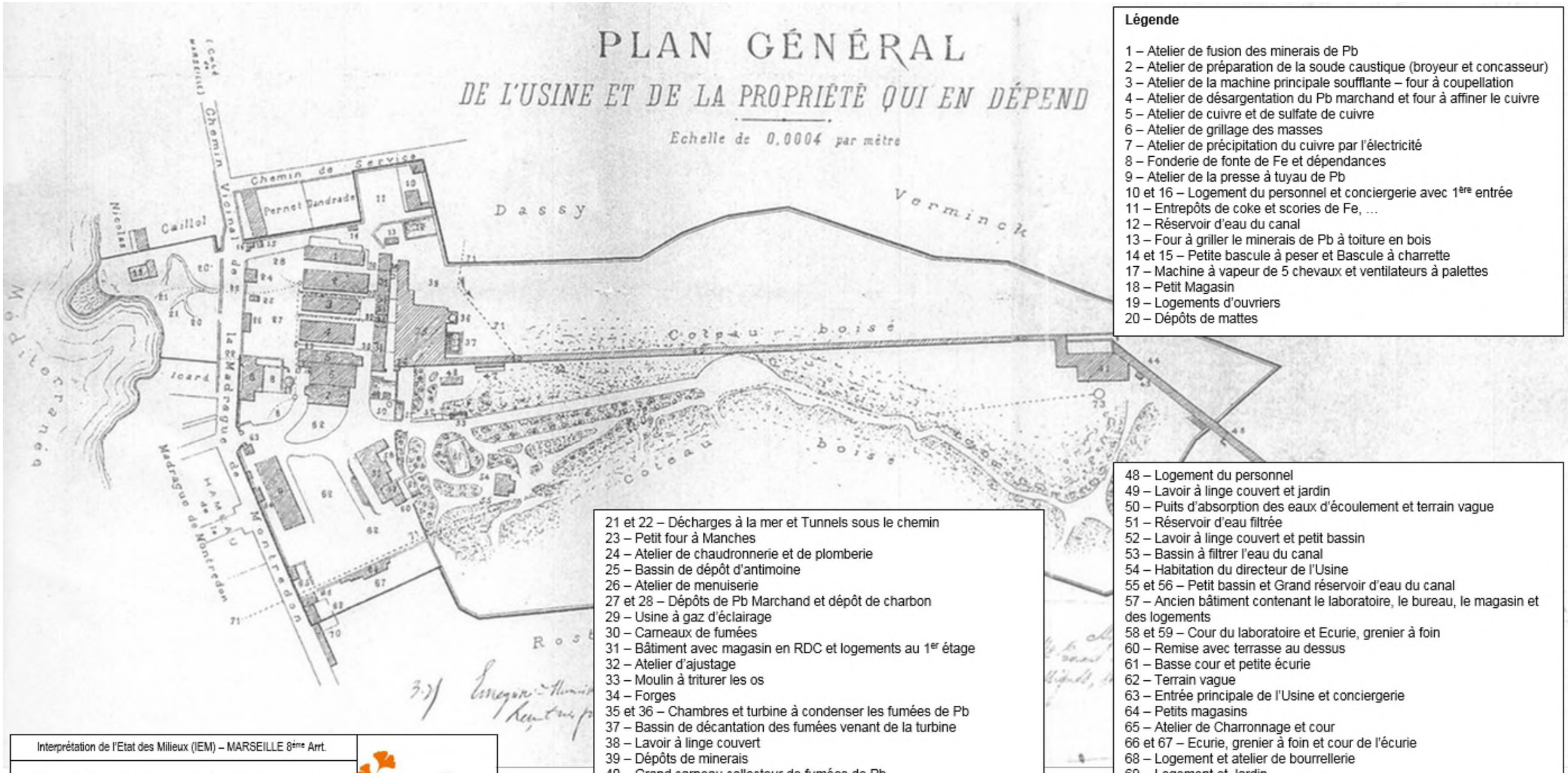
L'obligation ne se borne pas à une simple présence, il faut que le dispositif offre des garanties de bon fonctionnement et obtienne, après une expertise poussée, un avis favorable du Conseil d'hygiène et de salubrité des Bouches-du-Rhône (cf. **annexe A3.1**).

Pour information, Figueroa se voit refuser au printemps 1853 l'autorisation d'établir une usine à plomb dans le quartier, en partie à cause de l'inefficacité de son condensateur et de l'impossibilité à trouver une solution au problème, comme le montre le tableau de synthèse des dispositifs d'évacuation des fumées dans les demandes d'autorisation d'usine à plomb dans les Calanques de Marseille (1851-1879).

Tableau 6 – Synthèse des dispositifs d'évacuation des fumées dans les demandes d'autorisation d'usine à plomb dans les Calanques de Marseille (1851-1879) – Source : ADBdR[7], 410 U 81

Usines	Date de demande d'autorisation en Préfecture	Description du système d'évacuation des fumées	Avis du Conseil de Salubrité des B.d.R.	Modification ultérieure
Usine à Plomb de l'Escalette (Meynier)	1851	Cheminée rampante d'environ 300m terminée par une cheminée verticale (hauteur inconnue)	Favorable (17/06/1851)	-
Usine à Plomb de Montredon (Figueroa)	29/10/1852	Canal souterrain horizontal de 665 m avec coudes et cheminée de 35 m de hauteur	Défavorable (26/04 et 24/05/1853)	-
Usine à Plomb des Goudes (Figueroa)	06/10/1856	Cheminée rampante de 160 m terminée par une cheminée verticale de 15 m de hauteur	Favorable (14/07/1857)	-
Usine à Plomb de Montredon (Roux)	1873	Cheminée rampante de 800 m, chambre de condensation de 40 m de diamètre et surmontée d'une cheminée de plus de 30 m	Favorable (01/10/1873)	Déplacement du point de sortie des fumées (1873) Prolongement de 200 m (1879)

[7] Archives Départementales des Bouches du Rhône



Légende

1 – Atelier de fusion des minerais de Pb
2 – Atelier de préparation de la soude caustique (broyeur et concasseur)
3 – Atelier de la machine principale soufflante – four à coupellation
4 – Atelier de désargentation du Pb marchand et four à affiner le cuivre
5 – Atelier de cuivre et de sulfate de cuivre
6 – Atelier de grillage des masses
7 – Atelier de précipitation du cuivre par l'électricité
8 – Fonderie de fonte de Fe et dépendances
9 – Atelier de la presse à tuyau de Pb
10 et 16 – Logement du personnel et conciergerie avec 1ère entrée
11 – Entrepôts de coke et scories de Fe, …
12 – Réservoir d'eau du canal
13 – Four à griller le minerais de Pb à toiture en bois
14 et 15 – Petite bascule à peser et Bascule à charrette
17 – Machine à vapeur de 5 chevaux et ventilateurs à palettes
18 – Petit Magasin
19 – Logements d'ouvriers
20 – Dépôts de mattes

21 et 22 – Décharges à la mer et Tunnels sous le chemin
23 – Petit four à Manches
24 – Atelier de chaudronnerie et de plomberie
25 – Bassin de dépôt d'antimoine
26 – Atelier de menuiserie
27 et 28 – Dépôts de Pb Marchand et dépôt de charbon
29 – Usine à gaz d'éclairage
30 – Carneaux de fumées
31 – Bâtiment avec magasin en RDC et logements au 1er étage
32 – Atelier d'ajustage
33 – Moulin à triturer les os
34 – Forges
35 et 36 – Chambres et turbine à condenser les fumées de Pb
37 – Bassin de décantation des fumées venant de la turbine
38 – Lavoir à linge couvert
39 – Dépôts de minerais
40 – Grand carneau collecteur de fumées de Pb
41 – Chambres à condenser les fumées de Pb
43 – Petit magasin, abri
44 et 45 – Passages de communication sous et par dessus les carneaux
46 – Cheminée du Grand carneau
47 – Poulailler de Garenne

48 – Logement du personnel
49 – Lavoir à linge couvert et jardin
50 – Puits d'absorption des eaux d'écoulement et terrain vague
51 – Réservoir d'eau filtrée
52 – Lavoir à linge couvert et petit bassin
53 – Bassin à filtrer l'eau du canal
54 – Habitation du directeur de l'Usine
55 et 56 – Petit bassin et Grand réservoir d'eau du canal
57 – Ancien bâtiment contenant le laboratoire, le bureau, le magasin et des logements
58 et 59 – Cour du laboratoire et Ecurie, grenier à foin
60 – Remise avec terrasse au dessus
61 – Basse cour et petite écurie
62 – Terrain vague
63 – Entrée principale de l'Usine et conciergerie
64 – Petits magasins
65 – Atelier de Charronnage et cour
66 et 67 – Ecurie, grenier à foin et cour de l'écurie
68 – Logement et atelier de bourrellerie
69 – Logement et Jardin
70 – Passage sous maison donnant accès aux écuries N°66
71 – Canal de Marseille – déviation de Montredon
72 – Pompe élevant les eaux aux chambres N°41
73 – Bassin de réception de la pompe
74 – Four à calciner les os

Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.	Ginkgo
Plan de fonctionnement du site pendant les activités de Plomb en date de 1885	
Dossier n° : 17LES038Aa Version : 1.0 Etabli par : MOK	Echelle : Graphique Date : 11/12/2017

Figure 11 - Plan général de l'usine de la Madrague de Montredon et de son condensateur (état en 1885)

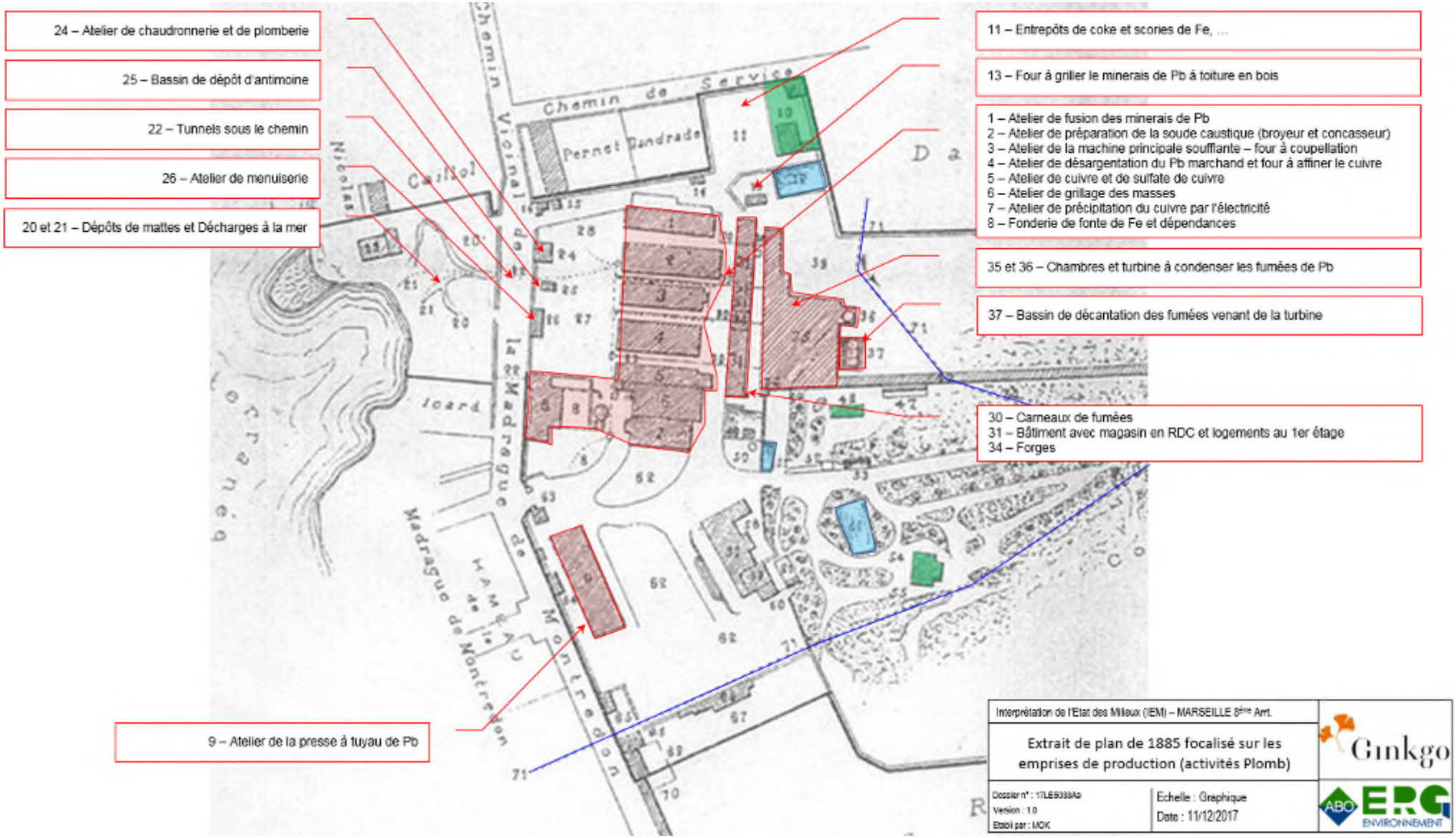


Figure 12 – Extrait de plan de l'usine de la Madrague de Montredon focalisé sur les emprises de production (activités Pb) en date de 1885

Le dispositif et son emplacement précis sont validés par le Conseil d'hygiène et de salubrité, mais la réalisation du condensateur s'effectue sur une configuration différente de celle couchée sur les plans, avec un déplacement en un lieu totalement différent de la cheminée verticale de sortie des fumées, la Société métallurgique de Marseille « ayant fait l'observation que ce point choisi (celui qui était initialement prévu) ne convenait nullement à cause du défaut de pente qui affaiblirait par trop le tirage ».

L'efficacité du condensateur de l'usine d'Hilarion Roux est remise en cause, suite à la plainte du propriétaire voisin Romain Cantel, en 1878, relative aux dommages causés dans sa propriété par le fonctionnement problématique des chambres de condensation de l'usine à plomb de la Madrague de Montredon et le mauvais positionnement de la cheminée recrachant les fumées.

L'extrait de plan présenté en figure suivante illustre la localisation de la propriété CANTEL ainsi que la partie endommagée par les fumées (Janvier 1878) – Source ADBdR 410 U 44.

La société d'Hilarion Roux se voit contrainte de prolonger le conduit de 200 m pour faire passer cette nouvelle partie de carneau vers « le point culminant de la montagne »[8].

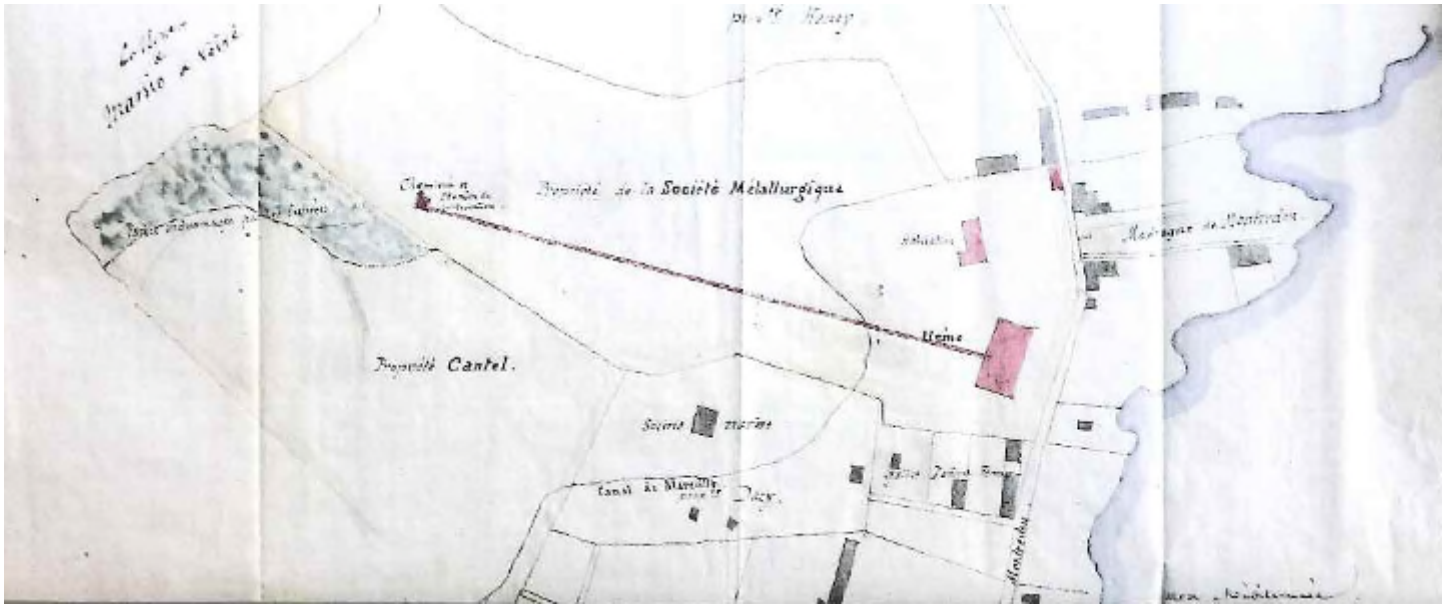


Figure 13 - Localisation de la propriété CANTEL ainsi que la partie endommagée par les fumées (Janvier 1878) – Source ADBdR 410 U 44

Notons que sur la base des plans historiques collectés et des documents d'archive analysés, aucune cheminée ne semble présente au droit de la parcelle C, la gestion des fumées étant intégralement prise en charge par le système carneaux, de cheminée horizontale jusqu'à la cheminée verticale haute localisée au Sud de la parcelle A.

L'usine s'étend en 1876 par l'achat d'un terrain contigu et en 1879 pour la prolongation du grand carneau et la construction de la cheminée.

Les années 1883-1884 sont marquées par la faillite de la banque Roux qui entraîne la cessation d'activité de l'usine.

[8] ADBdR. 373 E 585, 3 août 1879, bail d'Alfred Rostan d'Ancezune à Hilarion Roux pour prolonger le carneau de l'usine de la Société métallurgique de Marseille

4.2 Usine d'acide tartrique et de crème de tartre, 1888 -2009

La société LEGRE MANTE et Cie achète en 1888 à la société Métallurgique de Marseille en liquidation, la partie occidentale non industrielle de l'usine comprenant l'atelier de presse des tuyaux de plomb, le laboratoire et un terrain inculte entre la mer et le chemin vicinal (parcelle B).

Théodore Mante crée l'usine de Montredon pour la fabrication d'acide tartrique en partie Ouest du site et obtient l'autorisation d'exploiter en date du 13 avril 1888.

L'usine s'étend en 1889 et 1890 par le rachat à la société Métallurgique de Marseille des parcelles comprenant la fonderie, les chambres de condensation, le grand carneau, les logements ouvriers et l'entrepôt à minerai. La société est autorisée à produire de l'acide sulfurique et chlorhydrique le 24 avril 1894.

La photographie suivante présente le site de la Madrague en 1892.



Cette période induit une forte transformation du schéma industriel d'une part (avec la transformation des anciens bâtiments, le changement du process, du mode d'approvisionnement des minerais (pyrites), l'ajout de cheminée, …) ainsi que la modification de la nature des rejets et déchets générés par les nouvelles activités sur site : fabrication d'acide tartrique et de crème de tartre dont le process nécessite l'utilisation d'acide sulfurique autoproduit sur site à partir de pyrites. Ces deux nouvelles activités ne sont pas à l'origine des mêmes déchets et rejets. Il est important de souligner, comme le met en évidence le descriptif détaillé des process ci-dessous, qu'aucune des nouvelles activités de production (à l'origine de rejets atmosphériques) n'utilise le dispositif historique de condensation et d'évacuation des fumées (carneaux et cheminée rampante) mis en place par Hilarion Roux pour la gestion des fumées de l'activité antérieure de plomb.

Nota : des productions annexes d'acide chlorhydrique et d'acide citrique ont également eu lieu sur site à cette période. A l'instar de la production d'acide tartrique et d'acide sulfurique, ces process n'utilisaient pas le dispositif de condensation et d'évacuation des fumées mis en place par Hilarion Roux pour la gestion des fumées de l'activité antérieure de plomb.

4.2.1 Process tartrique sur le Site de la Madrague

Historiquement, l'acide tartrique était produit à partir de tartres bruts importés d'Espagne et d'Italie.

Le tartre était récupéré au fond des tonneaux de vin où il se dépose après fermentation.

La purification du tartre était obtenue par deux fontes successivement effectuées dans des chaudières différentes :

- Après avoir été moulu, le tartre était d'abord mélangé avec de l'eau avant de subir une première fonte, dite « fonte au noir », pour le purifier de toutes ses impuretés.
- On le mélangeait ensuite avec de l'argile grise et on procédait à la seconde fonte, la « fonte au blanc » pour décolorer et obtenir la crème de tartre.

Pour la production d'acide tartrique par un procédé dit acide, le tartre était dissout dans l'eau bouillante acidulée par l'acide chlorhydrique, auquel est ajouté de la chaux. Le précipité de tartrate calcique ainsi obtenu était lavé, puis décomposé par l'acide sulfurique. Après séparation du sulfate de chaux, on obtenait une solution d'acide tartrique qu'il suffisait de concentrer et de refroidir pour obtenir le produit cristallisé.

A partir de 1973 ce procédé sera remplacé par un procédé dit neutre qui aura pour conséquence la diminution de la production de sulfate de chaux.

Notons que le site de la société MANTE-LEGRE et Cie fut également, à la fin du 19ème et au début du 20ème siècle, le siège d'autres productions arrêtées de longue date : la production d'acide sulfurique, d'acide chlorhydrique et d'acide citrique.

4.2.2 Fabrication d'acide sulfurique sur le Site de la Madrague

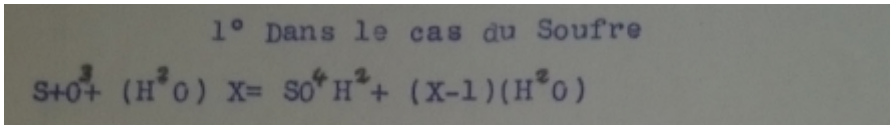
Le 24 avril 1894 la société MANTE-LEGRE et Cie fut autorisée à produire 6 t/j d'acide sulfurique sur le site qu'elle vient d'acquérir à la Madrague de Montredon. Cette auto-production permettait aux établissements de maîtriser la qualité de leur acide sulfurique entrant dans la composition des acides tartriques en fonction de la destination et l'usage de ces derniers et notamment pour un usage alimentaire ou pharmaceutique. Les usines qui produisaient de l'acide sulfurique dans le voisinage ne garantissaient pas, en effet, un faible niveau d'impureté (arsenic, antimoine, sélénium, etc.) pour un produit final correspondant à un usage moins exigeant (soude, superphosphate). La production d'acide sulfurique qui entrait dans le procédé de fabrication de l'acide tartrique s'articulait autour de deux à trois principales matières premières pour un même procédé utilisé chez MANTE- LEGRE et Cie. Ce procédé dit de Chambres de plomb, est basé sur l'oxydation du gaz sulfureux par l'oxygène de l'air par l'intermédiaire des composés oxygénés de l'azote.

La production d'acide sulfurique, à partir de souffre de silice, de pyrites et de Blende a été à l'origine de rejets atmosphériques déconnectés du dispositif de condensation et d'évacuation des fumées historiquement créé et utilisé pour les activités de Plomb Hilarion Roux (carneaux et cheminée rampante), comme le met en évidence le paragraphe suivant et le plan de recollement de la figure 15 (basé sur un plan historique vu par le Maire en 1894 – dossier archives 5M562).

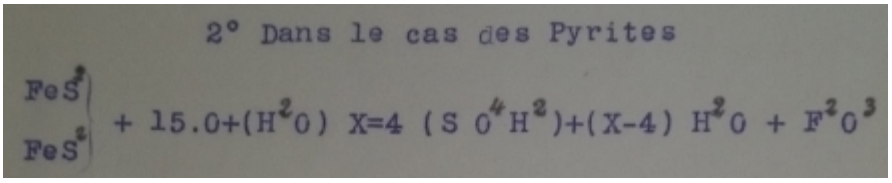
Sur la base des informations historiques collectées, il apparait donc que le système de gestion des fumées (carneaux, cheminées rampantes et cheminée haute dans les Calanques) n'a été utilisé que pour l'épuration des fumées durant la dizaine d'années d'activité historique de fonderie et affinage de Plomb Hilarion Roux.

*On se reportera à l'**annexe A3.1** pour disposer des notes présentées au Conseil d'Hygiène par MANTE LEGRE et Cie a l'appui de leur demande d'autorisation d'une fabrique d'acides sulfurique et muriatique à la Madrague de Montredon (Document réceptionné par les services du Conseil d'Hygiène le 20/04/1894, selon le cachet apposé sur les notes jointes). Une synthèse du document est proposée ci-dessous avec les principaux points à noter :*

- *Matières premières et procédés de fabrication :*
  - *Utilisation pour la fabrication de l'acide sulfurique de :*
    - *Soufre de Sicile*
    - *Pyrite de Fer*
    - *Sulfure de zinc (Blende)*
  - *« Ces matières premières ne seront pas employées simultanément mais bien successivement et cela suivant la situation commerciale de ces matières premières »*
  - *Les réactions chimiques qui président à la production de l'acide sulfurique peuvent être exprimées ainsi :*



« Cette fabrication ne laisse aucun résidu ni solide, ni liquide ».



« Dans le deuxième cas (des Pyrites) ***il reste un résidu solide*** *qui est de l'oxyde de fer, composé insoluble dans l'eau et* ***lequel sera employé soit dans la métallurgie du fer, soit comme remblai.*** *»*

- *« Les gaz sortant des chambres en plomb et chargés des composes nitreux seront envoyés dans un appareil d'absorption des gaz nitreux connu sous le nom de « Colonne de Gay-Lussac ». Il y en aura deux ainsi que des chambres en plomb et leur hauteur sera de 12 à 14 m »*
- *« Une surveillance sera organisée pour que la condensation des vapeurs sulfuriques soit constante et l'absorption des gaz nitreux la plus parfaite possible »*

o *Pertes à prévoir :*

- *« Les gaz résiduels formés uniquement d'azote et quelques pourcents d'oxygène seront envoyés dans une cheminée de 40 m de hauteur.*
- *Il a été établi par ces expériences positives et sérieuses que les pertes par la cheminée dans la fabrication de l'acide sulfurique peuvent atteindre 3 % du soufre mis en œuvre sans le dépasser, c'est-à-dire, dans notre cas particulier, si nous projetons une usine devant produire 6 t d'acide sulfurique par jour, c'est donc au maximum 0.18 t que nous perdrions avec les gaz par la cheminée »*

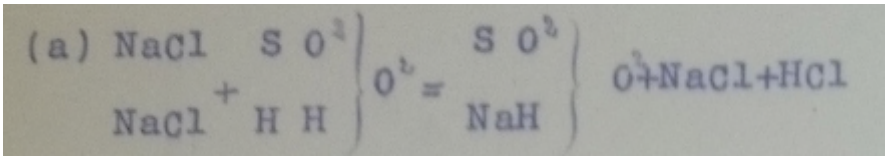
4.2.3 Autres activités d'acide chlorhydrique et d'acide citrique sur le Site de la Madrague

- Acide Chlorhydrique : *On se reportera à l'annexe A3.1 pour disposer des notes présentées au Conseil d'Hygiène par M.M. MANTE LEGRE et Cie a l'appui de leur demande d'autorisation d'une fabrique d'acides sulfurique et muriatique à la Madrague de Montredon (Document réceptionné par les services du Conseil d'Hygiène le 20/04/1894, selon le cachet apposé sur les notes jointes). L'analyse de ce document permet de mettre en évidence les points suivants :*

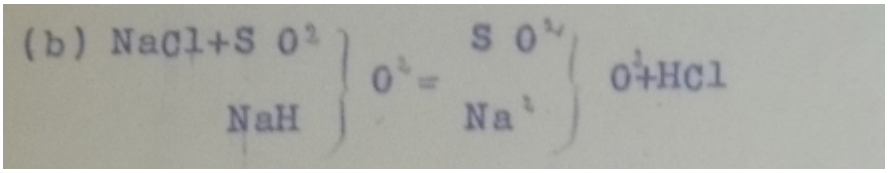
o *Matières premières et procédés de fabrication :*

- *Utilisation pour la fabrication de l'acide sulfurique de :*
  - *Le Sel marin*
  - *L'Acide Sulfurique*

- *Le schéma de la réaction chimique est le suivant :*



La réaction (a) de fabrication du bisulfate de soude avec production d'acide chlorhydrique se fait à une température relativement basse et l'opération se faisant en vases clos l'acide chlorhydrique est très pur et, par conséquent, sa condensation est aisée et, par suite, complète



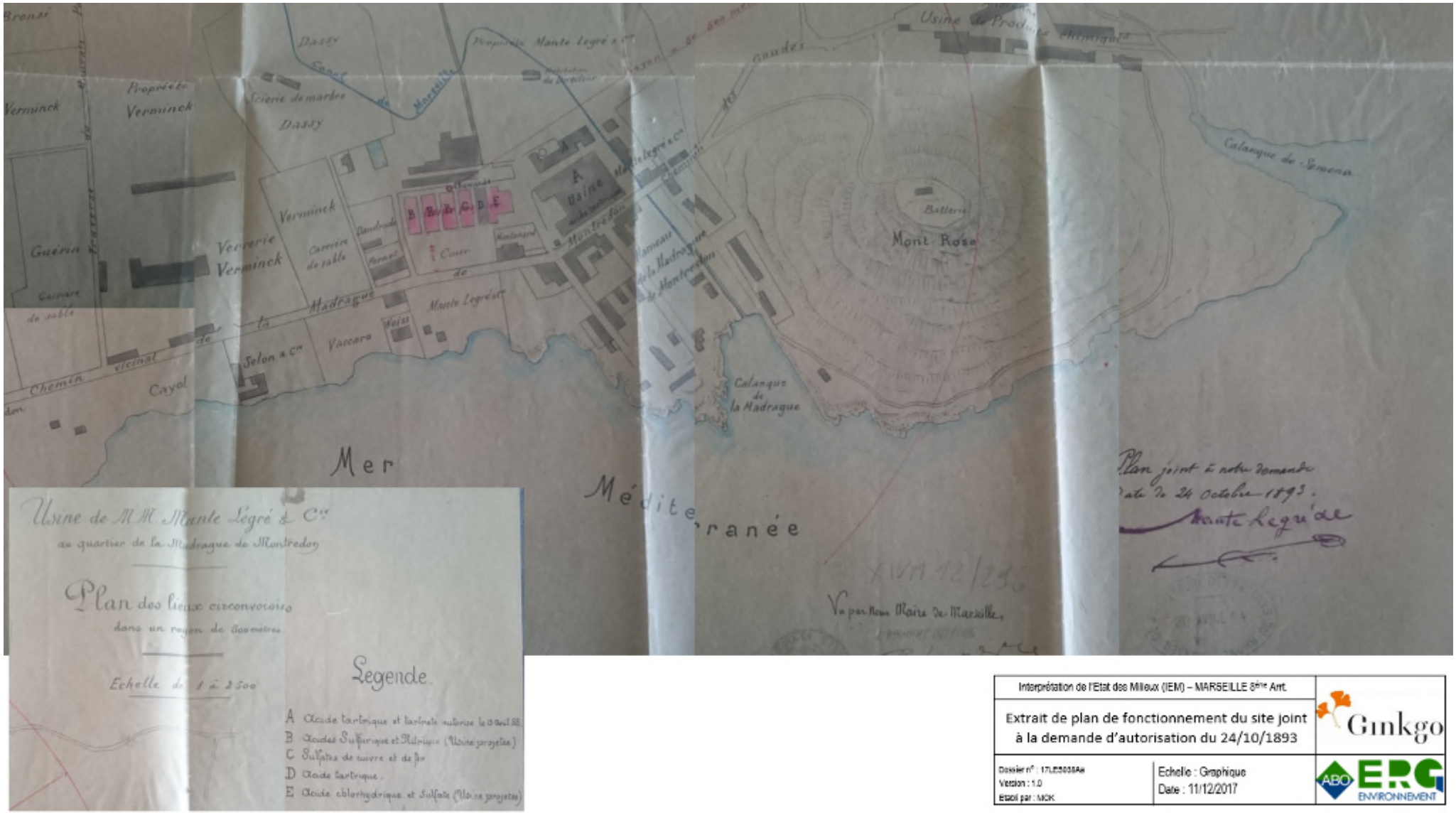
« La deuxième phase (b) de réaction du bisulfate de soude sur l'autre moitié du sel marin. Elle ne se produit qu'à une température élevée. De plus, comme pour activer cette opération on est obligé de ringarder souvent la matière, les portes du fourneau étant ouvertes, il s'en introduit un certain volume d'air qui dilue le gaz chlorhydrique et rend sa condensation beaucoup plus difficile »

« Dans notre cas particulier nous allons appliquer un four composé d'une cuvette en fonte se trouvant dans une chambre close en maçonnerie. À la suite de cette cuvette nous établirons une cornue en briques réfractaires chauffée par-dessus et par-dessous de façon à porter la masse du bisulfate de soude et de sel marin à la température de 450° environ. Les gaz provenant de la cuvette et de la cornue (ou mouffle) seront consensus séparément. L'appareil de condensation sera constitué par des colonnes de refroidissement des gaz, une série de bombonnes et, en dernier lieu, des colonnes arrosées d'eau fraiche pour absorber les dernières traces de gaz. De là les gaz résiduels du mouffle et du foyer sont dirigés dans la cheminée de 40 m où ils rejoindront les fumées du foyer.

- *Pertes à prévoir :*
  - *« La condensation des gaz de la cuvette étant parfaite, la perte ne doit pas atteindre 1 % de l'acide chlorhydrique mis en œuvre. Quant aux gaz provenant du mouffle les mesures constructives seront prises de telle manière que la perte ne dépasse pas 5 % de l'acide chlorhydrique mis en œuvre.*
  - *« Sur 6t d'acide chlorhydrique que nous aurions à produire nous aurions:*
    - *sur 3t, 1% de perte soit 0.03 t*
    - *sur 3t, 5% de perte soit 0.15 t*
    - *soit une perte par la grande cheminée de 0.18 t/jour »*
  - *« En effet, la chemine° de 40 m va recevoir :*
    - *les produits de combustion de 4 t de charbon de houille exigeant pour leur combustion 60 000 m^3 d'air dans les 24 Heures.*
    - *15 000 m^3 de gaz inertes provenant des appareils à acide sulfurique*
    - *6 000 m^3 de sources diverses.*

  Les 0.360 t de pertes donnés par la fabrication des acides sulfurique et chlorhydrique seront dilués dans un volume total de 80 000 $m^{3.}$ »

- Acide citrique : une production d'acide citrique débuta en 1902 sur le site. Il était préparé avec les citrons, cédrats, bergamotes, dont la peau sert, d'autre part, à préparer une essence parfumée. Par pressage, on obtenait le suc d'où l'acide pur est précipité par la chaux. Le citrate de chaux était décomposé par l'acide sulfurique comme le tartrate.



Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.	
Extrait de plan de fonctionnement du site joint à la demande d'autorisation du 24/10/1893	
Dossier n° : 17LES038Aa Version : 1.0 Etabli par : MOK	Echelle : Graphique Date : 11/12/2017

Figure 14 – Extrait de plan de fonctionnement du site joint à la demande d'autorisation du 24/10/1893

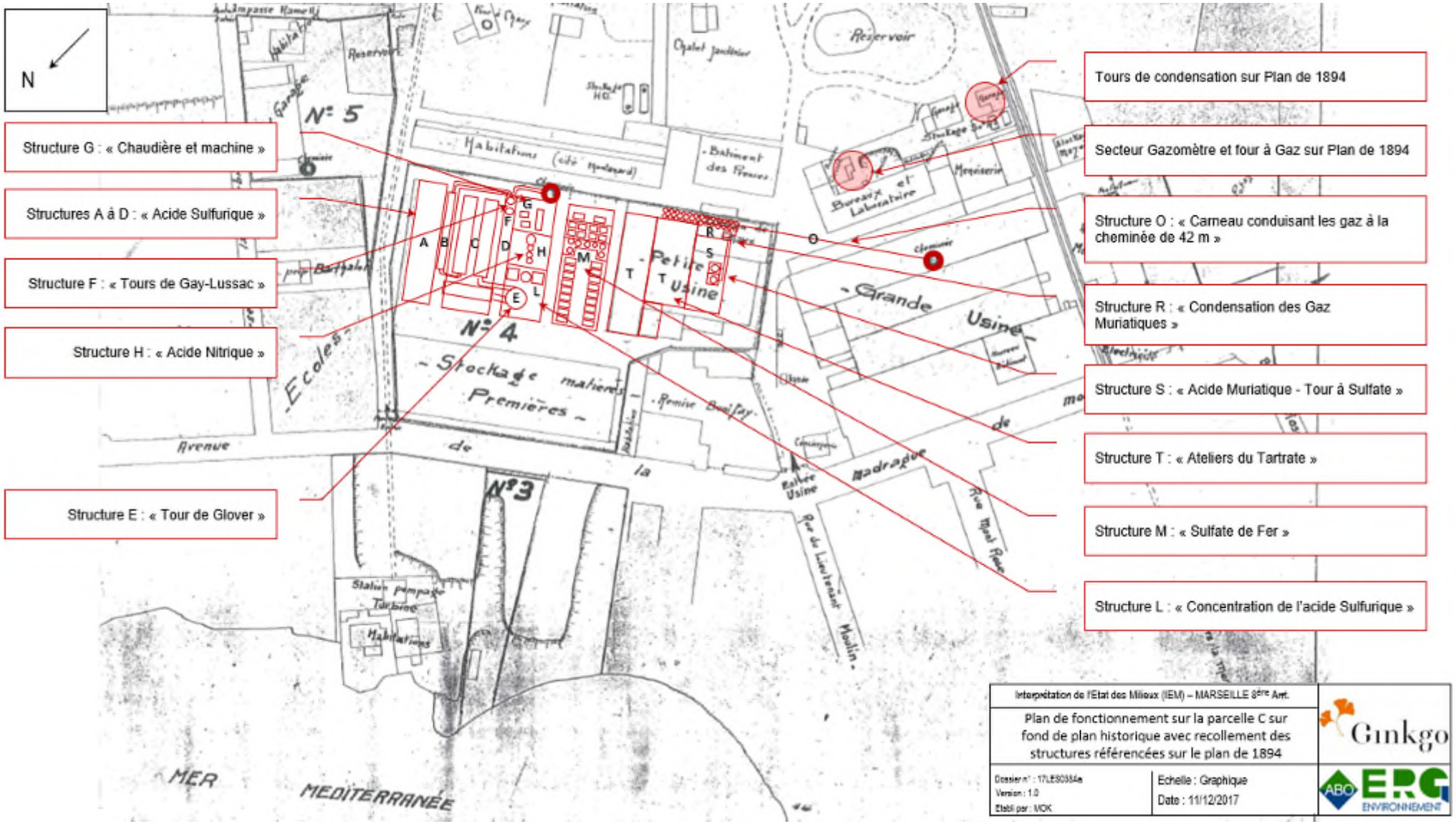


Figure 15 – Recollement des installations de production d'acide sulfurique, d'acide chlorhydrique et du système de gestion et évacuation des gaz sur la base d'un plan historique (vu par le Maire en date du 1894) sur fond du plan des installations de 1990

4.2.4 Sources potentielles de pollution et polluants caractéristiques associés

En 1979 la société a été rachetée par le groupe MARGNAT-TASSY qui l'exploita jusqu'à l'été 2009 sous la raison sociale SAS LEGRE MANTE ETABLISSEMENT.

Ainsi, la première production de l'usine était l'acide anhydride sulfureux par procédé de la chambre au plomb (calcination ou grillage de la pyrite). Le procédé de grillage est mis en œuvre dans des fours. Le gaz produit est le dioxyde de soufre (SO_2) qui est ensuite oxydé dans des tours pour former l'anhydride sulfurique (SO_3), puis absorbé dans l'eau pour fabriquer l'acide sulfurique (H_2SO_4). Sur la base des informations collectées aux Archives, il semblerait que les gaz produits après épuration étaient dirigés (en sortie de tours pour le process sulfurique et en sortie du système de condensation des gaz pour l'acide chlorhydrique) vers deux cheminées d'une quarantaine de mètres positionnées sur la parcelle C.

Les figures 14 et 15 précédentes ainsi que 16 et 17 suivantes présentent les plans du site pendant son activité de production d'acide tartrique, qui ont pu être récupérés et annotés avec les éléments de connaissance collectés dans le cadre de la présente étude.

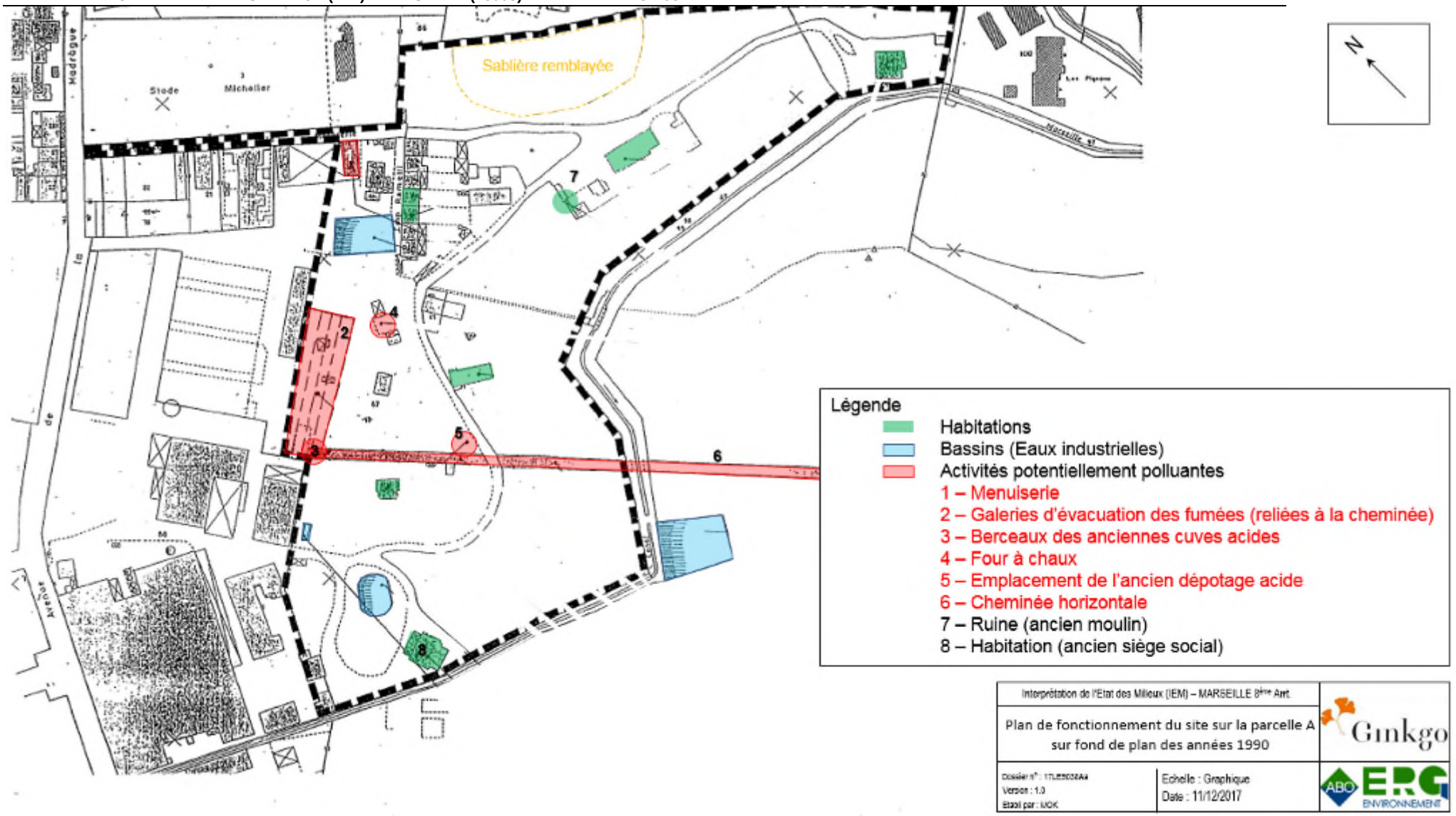


Figure 16 – Plan du site sur la parcelle A sur fond de plan des années 1990

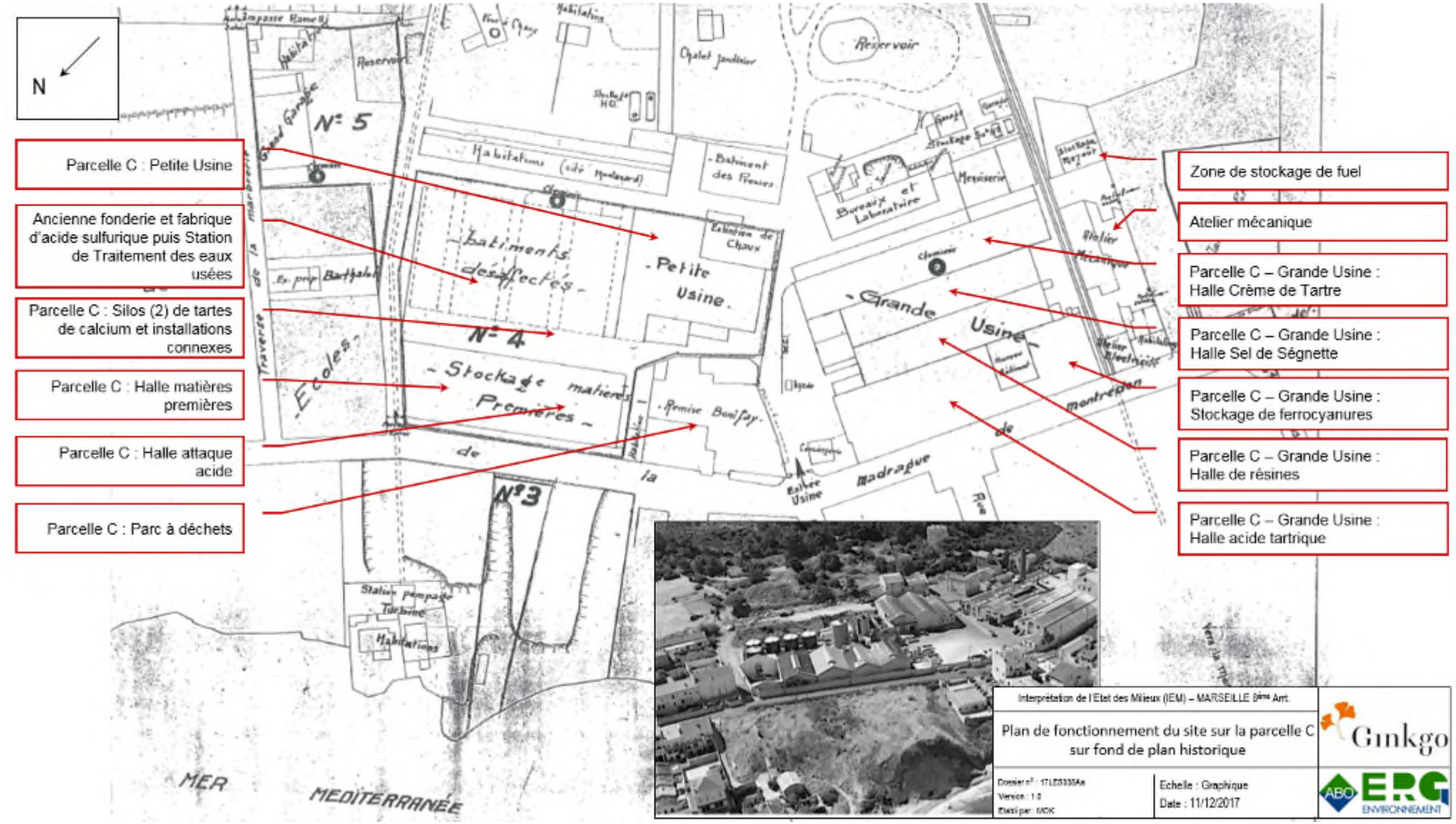


Figure 17 – Plan du site sur la parcelle C sur fond de plan des années 1990

Les polluants potentiels de l'activité de production d'anhydride sulfureux/acide sulfurique sont :

- Des hydrocarbures : au droit de la zone de cuves à fioul ;
- Des ferrocyanures au droit de la zone des bains ;
- Des métaux lourds :
    - Ni, Co, As, Fe, S, Cu, Zn, Ag, Au, Tl, Se et V, contenus en traces dans la pyrite de fer, composée de disulfure de fer (de formule FeS2) ; notons que la brinde et le soufre de silice également employés pour la production d'acide sulfurique ne sont pas à l'origine de métaux supplémentaires. L'arsenic était en général récupéré, pour être commercialisé. Les procédés d'épuration n'étant pas absolus, on peut suspecter ce produit dans les gaz, avec une émission potentielle bien moindre par rapport aux activités antérieures Hilarion Roux.

      Nota : Le Plomb n'entre pas parmi les métaux traces pouvant être retrouvés dans le soufre de silice, la Pyrite de Fer ou encore la blende qui ont été utilisés pour la production d'acide sulfurique sur le Site de la Madrague. Nous précisions par ailleurs, que dans le cadre des précédentes études, il avait été mis en avant une potentielle pollution en plomb, en lien avec l'utilisation de chambres au plomb, qui n'apparait pas étayée scientifiquement. En effet, le procédé des chambres au Plomb n'employait pas de Plomb, il met en œuvre une réaction entre le soufre, l'oxygène de l'air et l'eau, catalysée par des oxydes d'azote, ensemble corrosif nécessitant un chemisage en plomb des réacteurs, à l'origine de l'appellation « Chambres au Plomb ». Aucun document et retour d'expérience ne permet de suspecter un impact au Plomb, lié à l'utilisation de ce type de chambres chemisées.

- Les sulfates.

Notons également que cette activité a pu être à l'origine d'éventuels remblais composés de boues et résidus de filtration chargés en ETM et éventuels cyanures.

Compte tenu des différentes activités qui ont été pratiquées sur le Site de la Madrague avec des process à l'origine de déchets et rejets de nature différente, une synthèse des polluants traceurs des différentes activités avec le détail des voies de transfert et d'exposition retenues est fournie au paragraphe 5.4. Un plan de recollement des zones d'émission majeures et les plus proches du site à l'étude, ainsi que les polluants traceurs associés, est également proposé dans un souci de synthèse en paragraphe 5.4.

4.3 Photographies aériennes historiques

Toutes les photographies aériennes disponibles ont été consultées auprès de l'IGN afin de visualiser l'évolution des aménagements sur site et hors site. Nous avons sélectionné spécifiquement les clichés aériens de 1926, 1943, 1951, 1969, 1992, 2003 et 2016 pour illustrer l'évolution du site et de ses environs proches. Les photographies aériennes sont consultables en figures pages suivantes.

L'analyse et la synthèse des clichés aériens a permis de mettre en évidence que :

- En 1926, le terrain accueille un ensemble de bâtiments dont la configuration semble correspondre à celle observée sur le plan de masse historique du site, avec 3 cheminées distinguées sur la photographie. Les activités de verrerie sont clairement identifiées sur le cliché attenant à l'Est avec une configuration également conforme au plan historique (qui est présenté en paragraphe 5.3). Compte tenu de la résolution du cliché aérien aucun commentaire quant à d'éventuels usages des espaces extérieurs sur site et hors site n'est proposé.

- En 1943, le site apparaît aménagé de la même manière qu'en 1926 : l'ensemble des bâtiments est retrouvé ; le profond thalweg entre les deux zones de remblaiement sur la parcelle B est nettement distingué sur le cliché. Le secteur de la verrerie ne semble pas avoir évolué, bien que les activités sur site aient été arrêtées depuis 1934.

- En 1951, le site apparaît aménagé de la même manière depuis 1926 : l'ensemble des bâtiments et occupations au sol est retrouvé ; notons que le thalweg entre les deux zones de remblaiement sur la parcelle B est toujours marqué. En revanche sur le secteur d'emprise des bâtiments de production de la verrerie VEYRMINCK au Nord, les halles de verrerie ont été démolies ainsi que la cheminée et des constructions sont en cours.

- En 1969, le site semble aménagé de la même manière depuis 1926 : l'ensemble des bâtiments et occupations au sol est retrouvé ; le thalweg sur la parcelle B n'est plus distingué, les remblaiements devant avoir atteint le niveau sur les secteurs Est et Ouest de remblaiement. Le secteur Nord de l'ancienne verrerie VEYRMINCK a été réaménagé avec la création d'un ensemble de bâtiments à usage de logements. L'ancienne cité ouvrière et les cabanons sont en revanche toujours visibles sur le cliché de 1969.

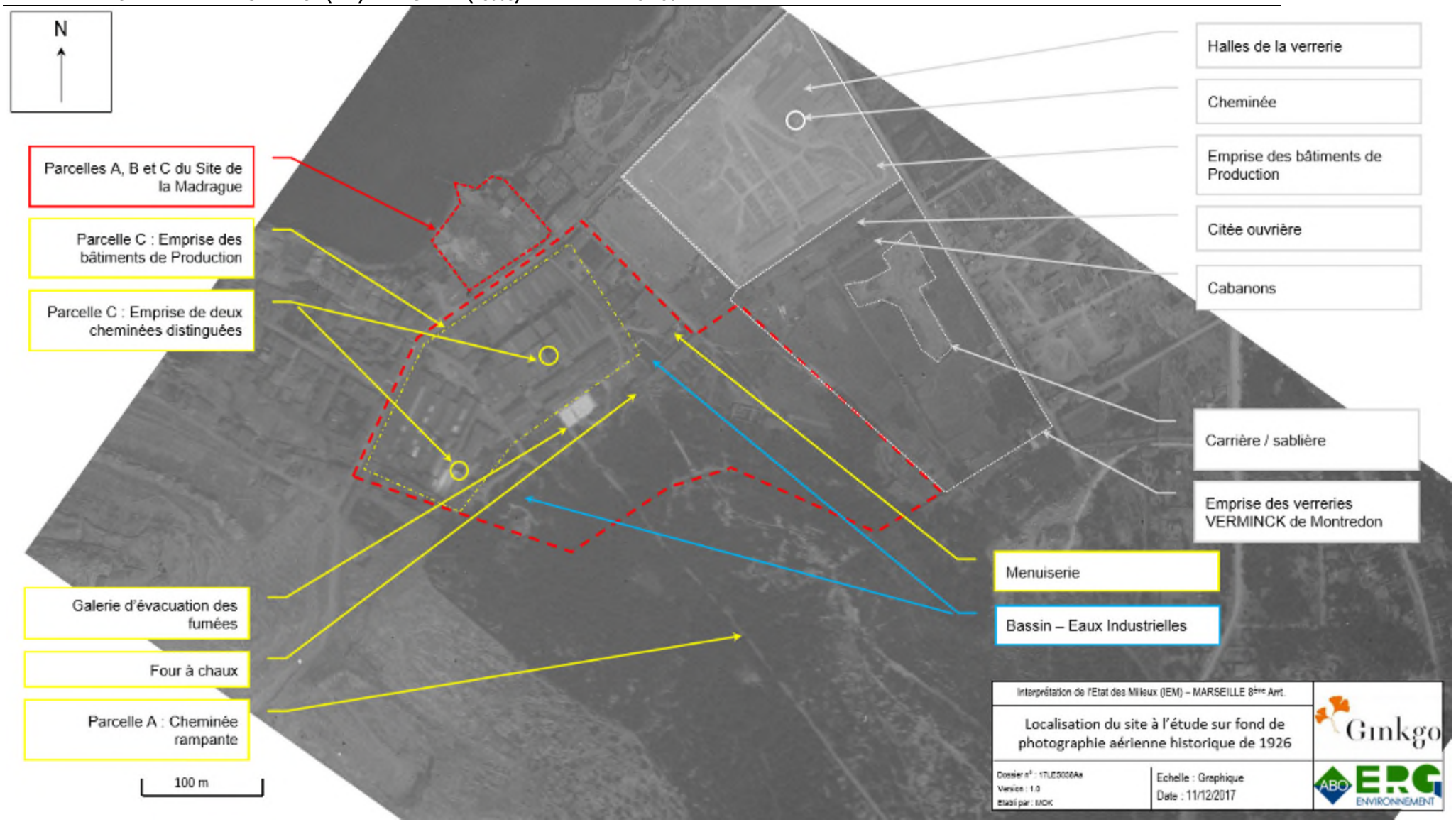


Figure 18 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1926

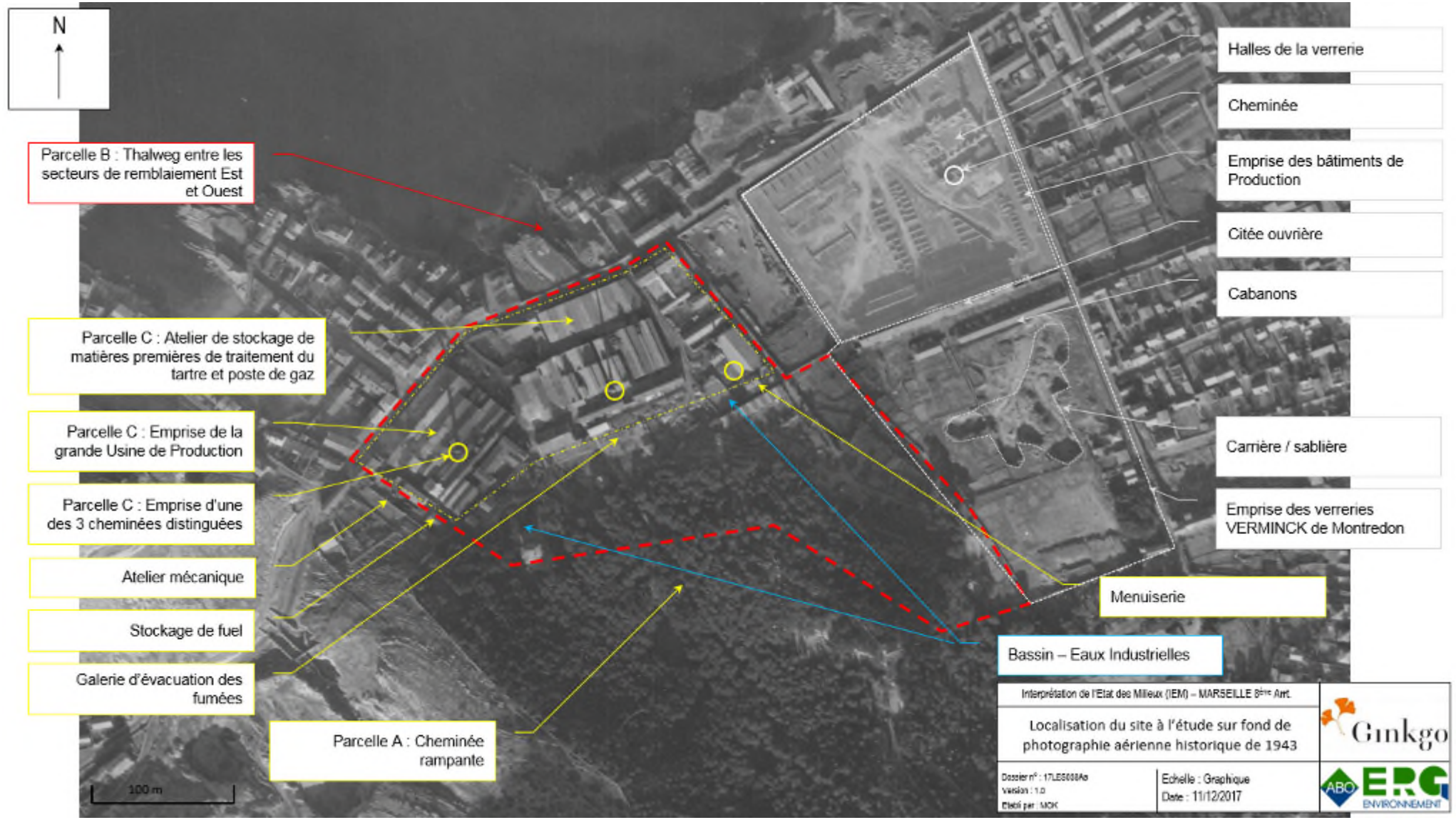


Figure 19 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1943



Figure 20 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1951

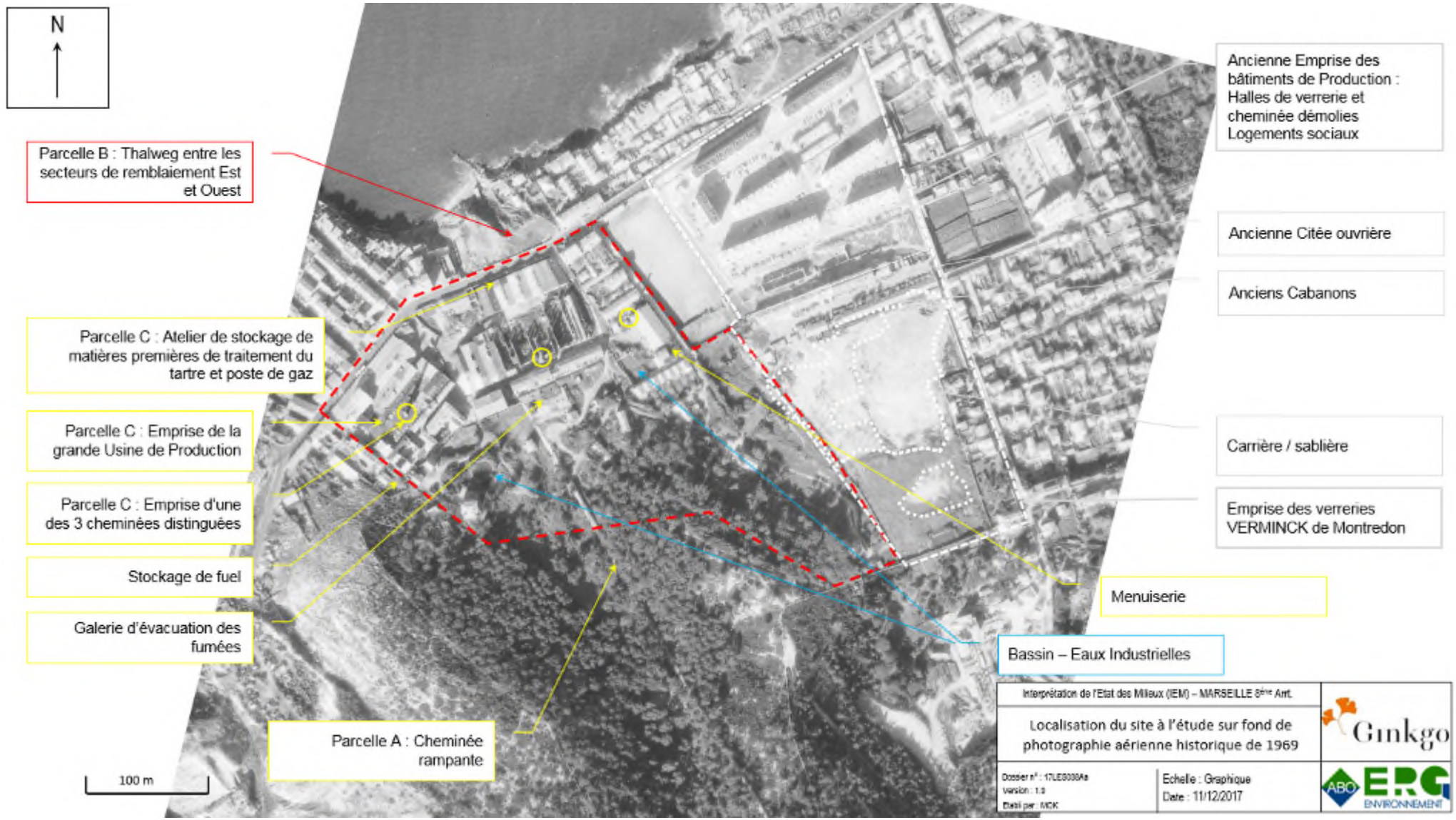


Figure 21 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1969

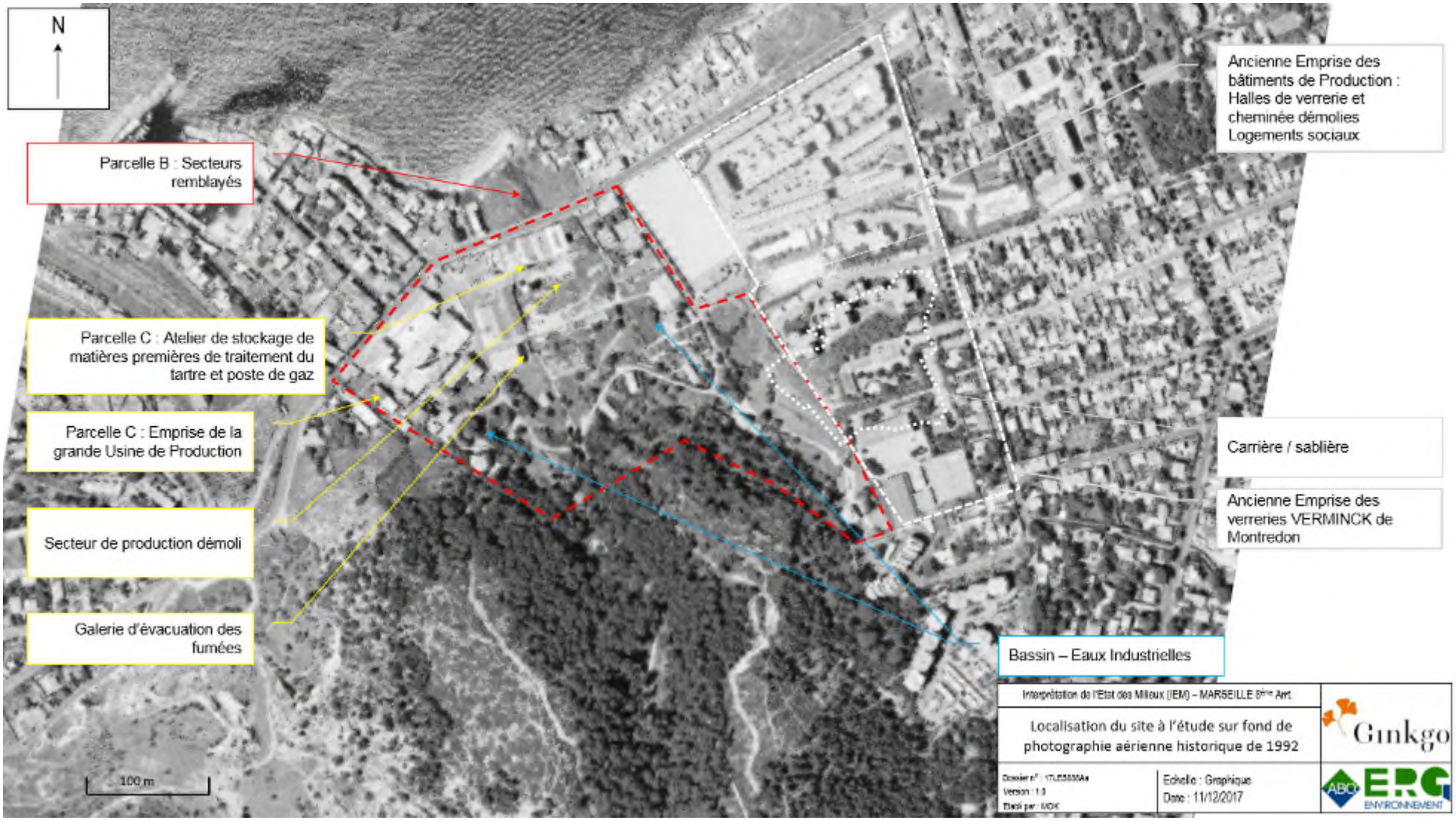


Figure 22 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 1992



Figure 23 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne historique de 2003



Figure 24 – Localisation du site à l'étude sur fond de photographie aérienne récente

- En 1992, un secteur de production sur la Parcelle C a été démoli (au droit de la future station d'épuration – les matériaux extraits ont été remblayés au sud), l'ensemble des autres bâtiments et occupations au sol semble en revanche retrouvé. Le secteur Nord de l'ancienne verrerie VEYRMINCK comprend toujours l'ensemble de bâtiments à usage de logement, mais l'ancienne cité ouvrière et les cabanons ont été démolis et le secteur Sud qui n'a a priori accueilli que des activités historiques de sablières/carrières en lien avec la verrerie a été aménagé par la création des groupes scolaires existants toujours à ce jour (déjà visible sur le cliché de 1975).

- En 2003, nous retrouvons l'ensemble des halls, infrastructures et équipements connus sur la fin d'activités de l'usine avec la STEP, les 2 silos de stockage de tartre de calcium, les Halles successives de la grande usine comprenant acide tartrique, résines, sel de Ségnette et crème de tartre, …. La configuration hors site au droit de l'ancienne verrerie semble similaire à la configuration en 1992. Notons que sur le cliché récent, le gymnase qui avait été créé directement au Sud des groupes scolaire a été démoli et le terrain est actuellement en friche.

Remarque : conformément aux documents d'archives collectées, il apparait que la société a mis en place une installation de traitement des rejets d'eaux industriels sur site, afin de permettre de respecter les objectifs fixés par l'arrêté préfectoral 98-98/28-1998 A du 22/06/1998.

4.4 Installations classées pour l'environnement (ICPE) recensées sur le Site de la Madrague

Conformément à la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE), les activités du site de la Madrague sont soit non classées, soit soumises à déclaration ou à autorisation selon le nouveau régime.

L'arrêté préfectoral initial d'autorisation du site remonte au 18 avril 1888. Ce document présentait les conditions selon lesquelles MM. MANTE, LEGRE et Co étaient autorisés à établir une fabrique de produits chimiques.

Cette autorisation d'exploiter a été mise à jour par un arrêté préfectoral du 11 janvier 1982, abrogeant par son article 1 l'arrêté préfectoral d'autorisation du 18 avril 1888.

L'arrêté préfectoral du 11 janvier 1982 stipulait dans son article 2 que :

« La Société Française des Produits Tartriques MANTE qui fabrique à Marseille (8$^{ème)}$ 195, avenue de la Madrague de Montredon des produits tartriques par le traitement des lies de vin est autorisée à poursuivre ses activités.

L'usine en cause qui présente une capacité de production de 3 500 à 4 000 T d'acide tartrique contenu se compose :

- D'un atelier de préparation de la matière première : 2 broyeurs à marteaux, 2 fours rotatifs de séchage à fluide caloporteur,
- D'un atelier de fabrication d'acide tartrique : cuves d'empatage, de neutralisation et de décomposition, filtre rotatif et filtre à bande sous vide,
- D'un atelier de concentration de l'acide et des sels : 3 colonnes échangeuses d'ions, 6 évaporateurs, 24 granulateurs et 3 filtres-presses,
- D'un atelier de conditionnement : 1 four rotatif de séchage, un tamisage broyage avec ensachage.

Les rubriques visées à la nomenclature des installations classées concernent les numéros « 89 », « 153 bis » et « 253 ». La désignation des activités relevant de ces rubriques est synthétisée dans le tableau suivant.

NATURE DES ACTIVITES	RUBRIQUES
Broyage, concassage, criblage, déchiquetage, ensachage, pulvérisation, trituration, granulation, nettoyage, tamisage, blutage, mélange, épluchage et décortication des substances végétales et de tous produits organiques naturels, y compris la fabrication d'aliments composés pour animaux, mais à l'exclusion des activités visées par les rubriques 2220, 2221 ou 3642.	**2260** **(Annule et remplace le 29/12/1993 la rubrique 89)**
Combustion	**2910** **(Annule et remplace le 11/03/1996 la rubrique 153bis)**
Dépôts de liquides inflammables	**1432 – supprimée (*)** **(Annule et remplace le 21/12/1999, la rubrique 253)**
(*) La rubrique 1432 a été supprimée par le décret 2014-285 le 03/03/2014	

Suite à la consultation de la Direction des Collectivités Locales, de l'Utilité Publique et de l'Environnement (bureau des installations et travaux réglementés pour la protection des milieux), la liste des installations classées répertoriées en date du 20/12/2017 a été récupérée.

L'extrait de la liste concernant le Site de la Madrague, présenté en page suivante, permet de mettre en évidence :

- 13/04/1888 : Activités de fabrication d'acide tartrique soumise à Autorisation
- 11/01/1982 : Activités de fabrication d'acide tartrique soumise à Autorisation
- 19/08/1988 : Rubrique 1180 (Polychlorobiphényles, Polychloroterphényles)

  Remarque : le site disposait effectivement d'un transformateur historique au pyralène qui a été remplacé en 2004.

- Prescriptions complémentaires :
  - 14/10/1992 (1992-065-A) : Contrôle des rejets aqueux
  - 30/10/1998 (1996-061-A) : Réhabilitation Partielle
  - 22/06/1998 (1998-028-A) : Fabrication d'acide tartrique
  - 28/12/1998 (1998-028-A) : Etude technico-économique nuisances et risques
  - 10/08/1999 (1998-028-A) : Station de traitement eaux industrielles
  - 13/12/2002 (2002-128-A) : Echéancier station traitement eaux industrielles
  - 11/07/2003 (2003-063-A) : sécurité conduit de cheminée
  - 10/07/2008 (2008-201PC) : Etude maitrise prélèvement/rejets aqueux en prévention du risque sècheresse
  - 13/02/2012 (20111271PC) : Réhabilitation des terrains pollués hors parcelle B par la SFPTM
  - 09/07/2012 (2012-284PC) : Réhabilitation de la parcelle B par la SFPTM

Raison sociale	Activité	Lieu exploitation	*	Date+n°	Obs	Cessation
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Fabrication acide tartrique	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	A	13/04/1888		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Fabrication acide tartrique	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	A	11/01/1982		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	1180 Polychlorobiphenyles, polychloroterphenyles	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	AN	19/08/1986	Lettre PCB 19/04/2001	
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Controle rejets aqueux	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	14/10/1992 1992-065-A		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Rehabilitation partielle	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	30/10/1996 1996-061-A		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Fabrication acide tartrique	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	22/06/1998 1998-028-A		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Etude technico economique nuisances et risques	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	28/12/1998 1998-028-A		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Station traitement eaux industrielles	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	10/08/1999 1998-028-A		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Echeancier station traitement eaux industrielles	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	13/12/2002 2002-128-A		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Securite conduit cheminee	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	11/07/2003 2003-063-A		
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Etude maitrise prelevements/rejets aqueux en prevention du risque secheresse	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	10/07/2008 2008201PC	MC	
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Réhab terrains poll hors parc B par Soc Franç des Produits Tartriques Mante	195 avenue de la Madrague de Montredon 13008 MARSEILLE	PC	13/02/2012 20111371PC	SFPTM	
Legre-Mante 195 av Madrague Montredon 13008 MARSEILLE	Réhab parcelle B (bord de mer) par Soc Franç des Produits Tartriques Mante	195 av Madrague-Montredon 13008 MARSEILLE	PC	09/07/2012 2012-284PC	SFPTM	

* A : Autorisation - An : Antériorité - CE : Changement d'exploitant - D : Déclaration - DC : Déclaration avec contrôle périodique - E : Enregistrement - NN : Non Notable - PC : Prescriptions complémentaires - PS : Prescriptions spéciales - S : Servitudes
** LISTE NON EXHAUSTIVE

Les documents que le service de la préfecture a encore en sa possession nous ont été transmis par courrier, une copie de ces documents est reportée en **annexe A3.2** du présent rapport.

La fiche BASIAS détaillée de l'ancien Site de la Madrague, reportée en **annexe A3.3**, reprend l'historique des activités sur le site, ainsi que les produits utilisés ou générés par l'activité du site, présenté ci-dessous :

Historique des activités sur le site :

N° activité	Libellé activité	Code activité	Date début (*)	Date fin (*)	Importance	groupe SEI	Date du début	Ref. dossier	Autres infos
1	Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	C20.59Z	13/04/1888		Autorisation	1er groupe	DCD=Date connue d'après le dossier	AD13XIVM12/296/PRODUITS CHIMIQUES	1ERE CLASSE
2	Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	C20.59Z	01/01/1894		Autorisation	1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	AD13XIVM12/296/PRODUITS CHIMIQUES	
3	Industrie chimique	C20	28/12/1998		Autorisation	1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	AD13 2069W8	Acide tartrique
4	Collecte et traitement des eaux usées	E37	28/12/1998		Autorisation	1er groupe		AD13 2069W8	
5	Stockage de produits chimiques (minéraux, organiques, notamment ceux qui ne sont pas associés à leur fabrication, ...)	V89.01Z	30/08/2001		Autorisation	1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	PREF - 2001 - 106	
6	Industrie chimique	C20	18/11/2005			1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	PREF - 2005 - 162A	mise en demeure : usine de fabrication d'acide tartrique

Produit(s) utilisé(s) ou généré(s) par l'activité du site :

n° de l'activité correspondante	Libellé produit	Code produit	Quantite m3	Quantité tonnes/semaine
1	Chlore, Chlorures, Hypochlorite (Hypochlorite de sodium = eau de javel)	D05		
1	Acides (minéraux ou organiques)	D01		
2				
3	Acides (minéraux ou organiques)	D01		
4				
5	PRODUITS CHIMIQUES (naturels ou synthétiques)	D		
6	Acides (minéraux ou organiques)	D01		

La fiche BASOL disponible sur le site du Ministère présente une description qualitative des études réalisées, mais fait référence au projet d'aménagement OCEANIS qui n'est plus d'actualité.

4.5 Description de l'activité et de l'occupation actuelle

4.5.1 Aspect réglementaire

La Société Française Des Produits Tartriques Mante (SFPTM) a été acquise par le Maitre d'Ouvrage en vue d'une requalification des terrains pour l'aménagement d'un ensemble immobilier de dimension équivalente aux infrastructures industrielles actuellement existantes, ainsi que pour la gestion du crassier existant dans l'objectif de rétrocéder la zone de plage aujourd'hui rattachée à ce secteur de l'usine.

La présente mission répond aux exigences de l'Administration dans l'Art. 1.1 du projet d'arrêté préfectoral transmis le 04/07/2017, dans lequel le préfet des Bouches du Rhône prescrit :

« …

- Art. 1 :
  - Article 1.1 - Interprétation de l'état des milieux (IEM)

    La Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) est tenue de réaliser et de transmettre au préfet, dans un délai de 4 mois suivant la notification du présent arrêté, une étude d'interprétation de l'état des milieux (IEM), pour le site industriel LEGRE MANTE, conformément aux dispositions de la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués.

    Les modalités de cette étude, incluant son périmètre et la nature des investigations à mener, ainsi que le choix de l'organisme retenu pour la réaliser, seront soumis, dans un délai d'un mois suivant la notification du présent arrêté, à l'approbation de l'inspection de l'environnement.

  - Article 1.2 - Plan de gestion

    Dans le cas où la démarche d'interprétation de l'état des milieux susvisée conclut à la nécessité d'engager des actions complémentaires pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés, la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) réalisera, dans un délai de 6 mois suivant la transmission de l'étude d'interprétation de l'état des milieux, un plan de gestion, pour maîtriser, voire supprimer les sources de pollution qui ont été générées par l'activité du site industriel LEGRE MANTE, conformément aux dispositions de la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués.

    La compatibilité entre l'état des milieux après les travaux et les usages constatés sera démontrée à l'appui d'une analyse des risques résiduels (ARR).

- Art. 2 :
  - La Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) est tenue d'élaborer et de transmettre au préfet, dans un délai de 6 mois suivant la notification du présent arrêté, un plan de gestion, couvrant la totalité du site industriel LEGRE MANTE, relatif aux sources de pollution situées sur le site, tel que défini par la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués. »

4.5.2 Situation actuelle du Site de la Madrague

Comme le mettent en évidence les photographies récentes du site, l'ancien Site de la Madrague, localisée au 195 avenue de la Madrague de Montredon, est à ce jour à l'arrêt. Le site est entièrement clôturé, ainsi que gardienné et des opérations d'évacuations de déchets, dans le cadre de sa mise en sécurité, ont été réalisées lors de la déclaration de cessation des activités fin 2009.

On se reportera au dossier de cessation d'activité du site en date de septembre 2010 (rapport référencé A59703/A, réputé connu du lecteur) pour disposer de l'ensemble des documents liés à la mise en sécurité qui a été réalisée à la cessation des activités sur site.

Notons que de nombreux déchets étant encore présents sur site à l'acquisition des terrains, des opérations complémentaires ont été menées par la Maitrise d'Ouvrage et sous le contrôle de la DREAL, au dernier trimestre 2017 ; des travaux complémentaires de réfection des clôtures ont également été réalisés, ainsi que des entretiens paysagers au regard du risque incendie dans le contexte environnemental du site.

Le devenir des infrastructures existantes sur la parcelle C est actuellement à l'étude.

En effet, des diagnostics sur l'état des bâtiments, ainsi que les contraintes géotechniques sur les différentes parcelles sont actuellement en cours, afin de permettre l'établissement d'un projet d'aménagement le plus pertinent et durable possible, dans un souci de respect des attentes de la Ville et des riverains, tout en assurant la conservation du patrimoine industriel et dans le respect d'un équilibre économique viable de l'opération.

Il en est de même au niveau de la parcelle B, localisée en bord de mer, au droit de laquelle des études sont en cours afin de permettre le développement d'un projet de mise en sécurité de la parcelle, inscrit dans un aménagement conforme aux attentes de la Ville et des riverains (Plan de Gestion du secteur pour la mise en sécurité et la valorisation, toujours selon une approche durable et innovante).

5. SYNTHÈSE DES SOURCES POTENTIELLES DE POLLUTION

5.1 Sources potentielles générées par les activités historiques de l'ancien Site de la Madrague

Sur la base des informations collectées dans le cadre de la présente étude historique, il apparait que des sources potentielles de pollution sont à retenir au droit du site sur lequel se sont succédées les activités de :

- Traitement de plomb argentifère et de zinc par natrométallurgie et fabrication de soude (1875-1883 : Hilarion-Roux) ;
- Production d'acide tartrique et d'acide sulfurique (de 1888 à 2009).

5.1.1 Sources potentielles de pollution héritées des activités historiques de traitement du Plomb

Tableau 7 - Synthèse des zones potentielles de pollutions héritées des activités historiques de traitement du Plomb

Zone	Activités	Infrastructures associées	Localisation sur site	Produits déchets caractéristiques de l'activité	Principaux polluants associés à cette activité
Site	Remblais pour création de la plateforme industrielle (*)	-	Particulièrement emprise de la parcelle C, ayant accueilli les activités de production sur site	-	ETM, hydrocarbures
(*) à l'instar des dépôts de matériaux issus des activités de Plomb sur le littoral, dont il sera fait mention dans le paragraphe suivant, les remblais qui ont pu être mis en place au droit de la parcelle C pour la création de la plateforme industrielle sont probablement en provenance de sites industrielles sur les Calanques et très probablement de l'Escalette.					
Z1	Ensemble d'Ateliers, fonderie et Forge	Broyeur, concasseur, four à coupellation, four à affiner le Cu, …	Au Nord Est de la parcelle C	Scories, résidus de fonderie, poussières, fumées	ETM, hydrocarbures
(**) Atelier de fusion des minerais de Pb, Atelier de préparation de la soude caustique (broyeur et concasseur), Atelier de la machine principale soufflante, Atelier de désargentation du Pb marchand et four à affiner le cuivre, Atelier de cuivre et de sulfate de cuivre, Atelier de grillage des masses, Atelier de précipitation du cuivre par l'électricité et Fonderie de fonte de Fe et Forge					
Z2	Carneaux de fumées, chambres et turbine à condenser les fumées et bassin de décantation des fumées		En limite Sud de Parcelle C	Résidus, poussières, fumées	ETM
Z3	Grand carneau collecteur de fumées de Pb, Chambres à condenser les fumées de Pb et Cheminée du Grand carneau		Parcelle A traversant les coteaux boisés jusqu'à la grande cheminée Sud	Résidus, poussières, fumées	ETM
Z4	Activités d'entreposage et de stockage	-	Répartis sur la parcelle C essentiellement. Pas d'information sur le conditionnement et le confinement	Matières premières (coke, scorie de Fe, Minerais, …)	ETM
Z5	Bassin de dépôt d'antimoine	-	Nord-Est de la parcelle C (***)	Résidus d'antimoine	ETM (Sb particulièrement)
(***) dans la limite des documents et plans collectés dans le cadre de la présente étude, nous ne disposons pas d'information sur l'état de ce bassin. Notons que le figuré sur le plan laisse penser que le bassin constituait une infrastructure qui devait limiter les possibilités d'impact aux milieux (imperméabilisation supposée)					
Z6	Divers bassins de stockage	Bassin de nature non connue	Sur les parcelles C et A	Eau industrielles	ETM

Zone	Activités	Infrastructures associées	Localisation sur site	Produits déchets caractéristiques de l'activité	Principaux polluants associés à cette activité
Z7	Dépôts de résidus et déchets sur la parcelle B	-	Parcelle B, essentiellement secteur Ouest qui a reçu en priorité les déchets sur cette période d'activité	Scories, résidus de fonderie, poussières, …	ETM, hydrocarbures

5.1.2 Sources potentielles de pollution héritées des activités historiques d'acide tartrique et d'acide sulfurique

Tableau 8 - Synthèse des zones potentielles de pollutions héritées des activités historiques d'acide tartrique et d'acide sulfurique

Zone	Activités	Infrastructures associées	Localisation sur site	Produits déchets caractéristiques de l'activité	Principaux polluants associés à cette activité
Z101	Cuves à fioul domestique aériennes	Cuves aériennes	Entre le bâtiment laboratoire et l'usine, et à côté du poste de relevage de la STEP	Hydrocarbures	HCT, HAP, BTEX
Z102	Zone de stockage historique de fioul	Cuves suspectées	En limite Sud-Ouest de la Parcelle C	Hydrocarbures	HCT, HAP, BTEX
Z103	Bains de ferrocyanures	Bains	En limite Sud de Parcelle C	Déchets cyanurés	ETM, cyanures
Z104	Parc à déchets	-	En limite Nord de la parcelle C	Déchets divers liés aux activités de fabrication d'acide tartrique et acide sulfurique	ETM, cyanures, hydrocarbures
Z105	Atelier mécanique		Limite Ouest de la parcelle C (directement au Nord de la zone de stockage de fioul)	Huiles, hydrocarbures, …	ETM, HCT, HAP, BTEX
Z106	Ancienne fabrique d'acide sulfurique (au niveau de l'ancienne fonderie)	Secteur démoli et terrassé pour création de la STEP	Stock de matériaux avec déblais de démolition de l'ancienne fonderie et fabrique d'acide en limite Sud de la parcelle C (sur emprise de la parcelle A)	Déblais de démolition et remblais d'origine non connue (*) potentiellement impactés en outre par les activités historiques sur site	ETM, hydrocarbures
(*) à l'instar des dépôts de matériaux issus des activités de Plomb sur le littoral, dont il sera fait mention dans le paragraphe suivant, les remblais qui ont pu être mis en place au droit de la parcelle C pour la création de la plateforme industrielle sont probablement en provenance de sites industrielles sur les Calanques et très probablement de l'Escalette.					
Z107	Dépôts de résidus et déchets issus des activités de production d'acide sulfurique à partir de pyrites et de tartre sur la parcelle B	-	Parcelle B : - secteur Ouest sur les déchets et résidus des activités de Plomb - secteur Est directement sur le terrain naturel	Scories, résidus de fonderie, poussières, …	ETM, cyanures, hydrocarbures
Z108	Cheminées verticales pour les activités de combustion		Parcelle C	Poussières, fumées	ETM

Zone	Activités	Infrastructures associées	Localisation sur site	Produits déchets caractéristiques de l'activité	Principaux polluants associés à cette activité
Le site disposait également d'un transformateur historique au pyralène (PCB) qui a été remplacé en 2004					

5.2 Sources potentielles générées par l'activité actuelle pratiquée sur l'emprise de l'ancienne Usine

En l'absence d'activité actuelle sur le site de l'ancienne usine, aucune source potentielle de pollution actuelle ne sera retenue.
On rappelle néanmoins que le crassier (parcelle B) – zone Z7 et les carneaux (altérés en certains secteurs) – zone Z3 sont actuellement toujours présents et peuvent être à l'origine de transferts de pollution.

5.3 Sources potentiellement générées par une activité externe au site

Le paragraphe 5.3.1 liste des activités recensées sur la base de la bibliographie (Livre intitulé, « les Calanques de Marseille et leurs pollutions », projet MARSECO), des bases de données BASIAS et BASOL et documents des archives départementales.
Le détail des polluants et voies de dispersion de ces activités sur le secteur, pouvant interférer avec les traceurs du Site de la Madrague sont détaillés au paragraphe suivant 5.3.2.

5.3.1 Recensement des activités potentiellement polluantes dans l'environnement du site

Sur la base des informations historiques collectées dans le cadre de la présente étude, il apparait que de nombreuses activités historiques ayant pu générer des pollutions extérieures, dans le périmètre d'étude, sont répertoriées sur le littoral et en particulier dans un rayon de moins de 2 km de l'ancien Site de la Madrague.

A titre d'illustration la Figure 25 page suivante met en évidence la présence des activités industrielles historiques dans les Calanques Marseillaises.

En complément le tableau ci-dessous reprend les différents sites industriels répertoriés avec le détail de chaque type d'activités historiques et les périodes d'activités ; par soucis de complétude, les activités identiques à celles pratiquées sur le Site de la Madrague sont en bleu et les établissements localisés à moins de 1 km du site à l'étude sont colorés en jaune pâle.

Etablissements (Distance au site d'étude)	Dates extrêmes d'activités	Principales Productions	Exploitants successifs
Usine de Soude de SAMENA (600 m au Sud-Ouest)	1809 - 1887	- 1809-1887 : Acide sulfurique et carbonate de soude - 1858-1887 : chlorure de chaux	- 1809 : Gauthier frères - 1833 : Hancy et fils &Jules Gayet - 1839 : Hancy, Gayet & Gourjon - 1853 : Gayet et Gourjon
Usine de Soude du COL DE SORMIOU (4 km au Sud-Est)	1814 - 1876	- 1814-1870 : Acide sulfurique - 1814-1876 : Carbonate de soude - 1858-1876 : Chlorure de Chaux	- 1814-1876 : Famille Daniel
Usine de Soudes des GOUDES (1.9 km au Sud-Ouest)	1825 - 1856	- 1825-1856 : Acide sulfurique et carbonate de soude	- 1825 : Famille Rivalz - 1847 : Famille Barry - 1854 : Cie Générale des Produits Chimiques du Midi
Usine de Soude de CALLELONGUE (2,5 km au Sud)	1849 - 1884	- 1849-1854 et 1863-1884 : Acide sulfurique, carbonate de soude et chlorure de soude	- 1849-1854 : Rey Frères - 1863-1884 : Daniel Weiss
Usine de Plomb de l'ESCALETTE (900 m au Sud-Ouest)	1851-1924	- 1851-1924 : Plomb brut et Argent métal	- 1851 : Alexandre Meynier - 1852 : Famille Gauthier - 1898 : Rodrigues & Cie - 1913 : SA de l'Escalette
Usine à Plomb des GOUDES (1.9 km au Sud-Ouest)	1854-1877	- 1854-1877 : Plomb brut et Argent métal	- 1854 : Ignacio Figueroa - 1860 : Mariano Guillem & Cie
Usine de raffinage de soufre des GOUDES (1.9 km au Sud-Ouest)	1856-1882	- 1856-1882 : Soufre	- 1856-1882 : Renard & Jouvin
Usine d'épuration de pétrole du COL DE SORMIOU (4 km au Sud-Est)	1863 - 1890	- 1863-1878 : Pétrole lampant - 1863-1890 : Acide sulfurique	- 1863-1878 : Famille Daniel - 1878-1890 : Bosc Frères

Etablissements (Distance au site d'étude)	Dates extrêmes d'activités	Principales Productions	Exploitants successifs
Usine à Plomb (avec Soude), puis acide tartrique de la MADRAGUE DE MONTREDON	1873 - 2009	- 1873-1884 : Plomb brut, Argent métal et Soude - 1887-2009 : Acide tartrique et acide sulfurique	- 1873-1884 : SA Métallurgique de Marseille - 1887-1902 : MANTE LEGRE & Cie - 1902-1925 : MANTE & Cie - 1925-1992 : MANTE SA - 1992-2009 : Ets LEGRE MANTE
Verrerie de la MADRAGUE DE MONTREDON (Jouxte le site à l'Est)	1884 - 1934	- 1884-1934 : Verre	- 1884 : Verminck - 1912 : Etablissements Verminck

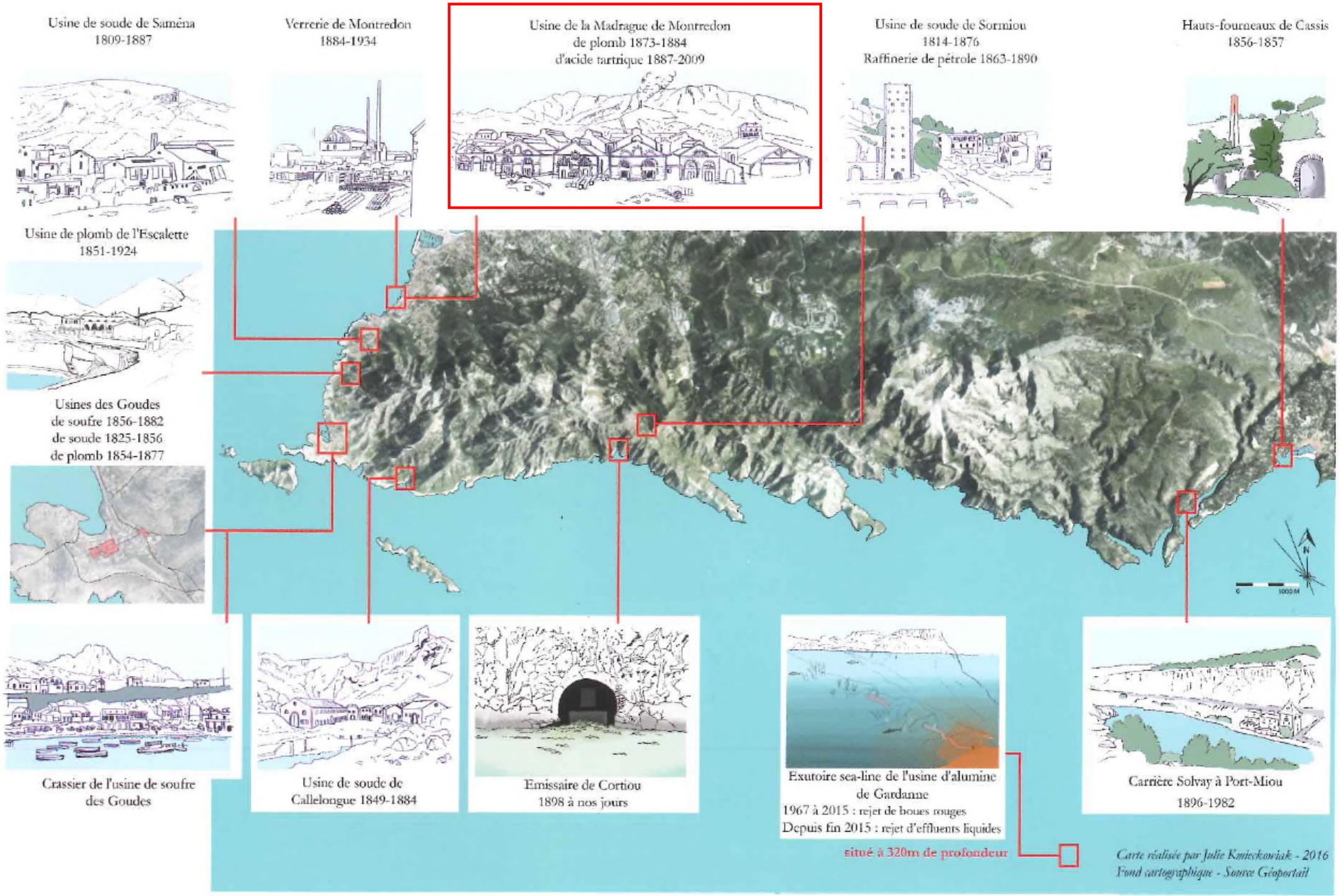


Figure 25 – Présence industrielle dans les Calanques Marseillaises (Carte réalisée par Julie Kmieckowiak, 2016 sur fond de carte Géoportail – Source : les Calanques industrielle et leurs pollutions, Xavier Daumalin et Isabelle Laffont-Schwob)

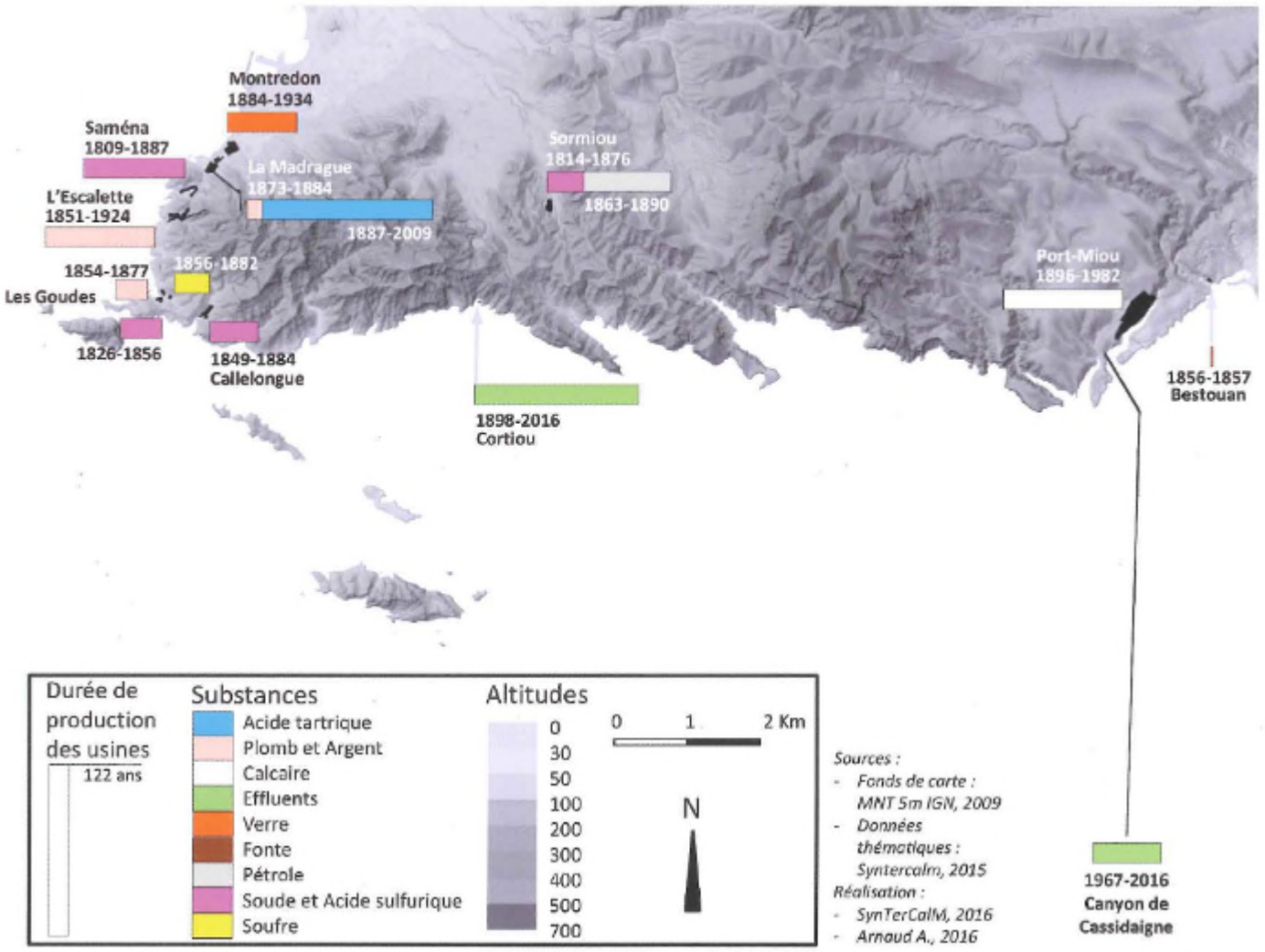


Figure 26 – Cartographie des activités historiques industrielles aux alentours du site à l'étude avec détail par type d'activité et période de fonctionnement (Source : SynTerCalM, 2016 et Arnaud A., 2016)

Il apparait qu'à côté des deux grandes productions que sont la soude et le plomb, qui ont fortement marqué l'histoire des Calanques au cours des XIXème et XXème siècles, d'autres productions ont été développées à une échelle plus modeste : le raffinage du soufre (Les Goudes), l'épuration du pétrole (chemin de Sormiou), la fabrication du verre et la production d'acide tartrique (Montredon), la sidérurgie (Bestouan), l'extraction du calcaire (Port-Miou). Les deux premières ont probablement le plus affecté l'environnement, les procédés utilisés étant alors assez rudimentaires.

Toutes ces activités industrielles génèrent un important cabotage dont le petit port des Goudes est le centre névralgique.

Remarque : à titre d'illustration, entre juin 1852 et avril 1853, à une époque où seules les usines de soude fonctionnent dans les Calanques, pas moins de 287 navires entrent dans la rade pour débarquer 10 500 tonnes de matières premières et emporter à peu près autant de produits finis ou du sable. Les principales matières déchargées sont le charbon (48 %), le sel (12 %), les pyrites (6 %) et le soufre (2 %). Au milieu du XIXème siècle, les Calanques au Sud de Marseille vivent avant tout au rythme des activités industrielles.

Sur la base des informations recueillies dans les banques de données BASIAS et BASOL, plusieurs sites potentiellement pollués BASIAS ont été recensés à proximité du site à l'étude. Les 22 sites les plus proches du terrain à l'étude, répertoriés par BASIAS et BASOL sont présentés dans le tableau ainsi que sur la carte de localisation pages suivantes.

Par ailleurs, la fiche BASOL « Bord de Mer : Littoral Sud Marseille » permet de confirmer la présence de dépôts de matériaux divers issus des activités historiques de « fonderie de plomb (1850-1925), usines de soude ou d'acides et produits chimiques (1804-1890) ainsi que des fours à chaux. »

Remarque : sur la base des informations collectées dans le cadre de cette étude historique, il semblerait que les dépôts de signature « fonderie de Plomb » soient majoritairement issus des activités de l'Escalette.

La lecture de la fiche BASOL détaillée, reportée en **annexe A3.4**, nous renseigne par ailleurs sur le fait que :

> « …
> par un arrêté de travaux d'office du 15/03/2012, l'ADEME a été désignée maitre d'ouvrage pour les études de conception des travaux de mise en sécurité des calanques polluées situées entre SAMENA et CALLELONGUE. Le projet de réhabilitation comporte deux phases, la première est l'élaboration d'un plan de gestion (phase conception) et la seconde les travaux de réhabilitation. Pour chaque site, un programme de travaux sera décliné. Ces travaux vont principalement consister en la mise en place de confinement in situ des dépôts.
>
> Depuis 2014, les services de l'Etat, le Parc national des Calanques et les collectivités échangent sur la forme que devront prendre les différentes mesures de mise en sécurité des dépôts. En effet, les dépôts se trouvent en cœur de Parc national et sur un site classé au titre de la loi de 1930, ce qui implique l'obligation d'intégrer les futurs aménagements au point de vue paysager.
>
> Fin 2017, les diverses exigences sanitaires, paysagères et environnementales sont en cours de finalisation dans l'avant-projet, et l'ADEME pourra sans doute lancer la phase projet en 2018. Il s'agit de définir précisément les travaux sur chacun des dépôts, de solliciter les autorisations administratives nécessaires, puis, après leur obtention, de lancer la réalisation des travaux. »

Dans le cadre de la présente étude d'IEM, il était prévu d'intégrer les résultats de l'étude AVP en cours par l'ADEME, dans notre réflexion et surtout nos interprétations des résultats quant à la qualité des milieux hors Site de la Madrague, dans le contexte général existant.

C'est dans ce cadre que Mme Caroline REGNAUT (Chef de Projet en charge du dossier) nous avait confirmé la transmission de l'étude d'AVP pour le 1er trimestre 2018. Au stade de l'établissement du présent rapport, cette étude n'a cependant pas été finalisée et publiée.

*Dans cette attente, on peut se reporter à l'**annexe A2.5** pour disposer de la présentation établie par l'ADEME dans le cadre de la réunion publique d'information du 13/05/2013, qui présente le contexte, le phasage des études et travaux prévus et le périmètre d'intervention de l'ADEME.*

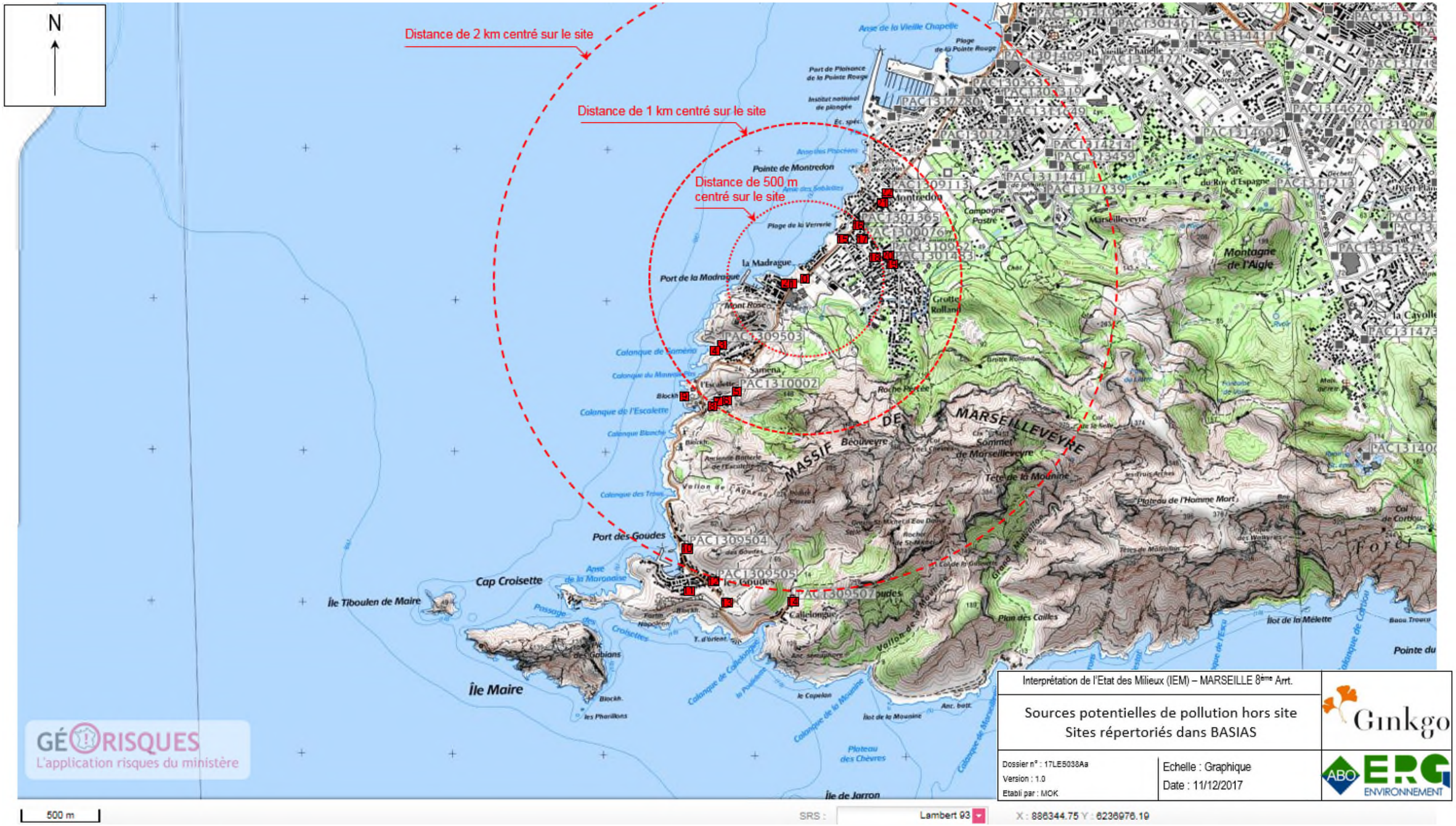


Figure 27 – Plan de localisation des sites répertoriés dans la base de données BASIAS dans un rayon de 1 à 2 km du site (Numérotation des sites reprise dans le tableau 14 de synthèse des informations page suivante)

Le site référencé 0 correspond au Site de la Madrague.

Tableau 9 - Synthèse des sources potentielles générées par une activité externe au site

Numéro de site (figure 27 page précédente)	Nom	Activité	État de l'activité	Distance par rapport au centre du site	Type de polluants associés à cette activité
BASOL					
13.0122 (non reporté sur plan)	"BORD DE MER": le littoral sud de Marseille Ensemble de propriétaires privés et publics	- L'appellation "Bord de mer" regroupe plusieurs sites sur le littoral Sud de Marseille, depuis le quartier de la Madrague- Montredon jusqu'à Callelongue, affectés par une pollution ancienne (XIXe et XXème siècle), résultant d'activités industrielles : fonderie de plomb (1850-1925), usines de soude ou d'acides et produits chimiques (1804-1890) ainsi que des fours à chaux. - L'ensemble de la zone a une superficie d'environ 260 ha, et regroupe de nombreux dépôts composés de scories et de matériaux plus fins, en situation variables : présence sur des terrains urbanisés et naturels, soubassement d'anciens murs, constitution de carnaux. Ces matériaux ont, de plus, été utilisés comme remblais (routes, chemins,...) en de nombreux endroits de ce secteur géographique.	12 Dépôts existants répertoriés	- Surface de 29 ha (soit 10% de la surface totale du secteur géographique concerné)	ETM, HCT
BASIAS					
PAC1309106 (1)	IGSO laboratoires Albor	- Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien (1962)	Terminée Réaménagement Maison	90 m O	HC, HAP, ETM, BTEX, COHV
PAC1303313 (2)	Robert Mata, TURCON Georges en 1967	- Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.) 1967 et 1971	Terminée Réaménagement Maison	120 m O	HC, HAP, ML, BTEX, MTBE
PAC130963 (3)	Usine de soude chimique	- Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a. 1800 à 1890	Terminée Partiellement en friche et en cours de réhabilitation	700 m SO	Bases, ETM
	Cette usine correspond à l'Usine de Soude de SAMENA précédemment présentée – dont la période d'activités précise est de 1809 à 1887				
PAC1312150 (4)	CG 13	- Métallurgie	En activité et partiellement réaménagé	765 m SO	ETM (ferreux et non ferreux)
PAC1310002 (5)	Usine de traitement de minerais de plomb	- Services de soutien aux industries extractives - Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...)	Terminée (*)	870 m S-SO	HC, HAP, BTEX, MTBE
	(*) Une partie en ruine, friche. Une autre partie sur laquelle s'est installé irrégulièrement un dépôt de ferrailles				
PAC1310006 (6)	J.P Rigaud Dépôt de ferrailles	- Production de métaux précieux et d'autres métaux non ferreux (broyage et traitement des minerais) - Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...) 1981 à 1990	Terminée	950 m S-SO	HCT, HAP, BTEX, ETM, PCB (récupération de transformateurs)
PAC1309466 (7)	Société anonyme de l'Escalette (1923) / SMPI	-Fonderie	Terminée, Projet aménagement logement	985 m S-O	Plomb, Litharge
	Cette Usine correspond à l'Usine de l'Escalette précédemment présentée - *dont la période d'activités précise est de 1851 à 1924*				
PAC1312149 (8)	CG13	- Fonderie d'autres métaux non ferreux	Terminée	1 km SO	Plomb, Litharge
	Ce secteur semble inclus dans l'emprise des activités de l'Usine de l'Escalette – à considérer avec le site répertorié PAC1309466 ci-dessus				
PAC1300058 (9)	TARDIEU	- Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a. A partir de 1852	Terminée réaménagé en restaurant	1,1 km SO	Composés de l'Azote et ETM
PAC1309504 (10)	Usine de traitement de plomb	- Métallurgie du plomb, du zinc ou de l'étain (production et première transformation)	Terminée réaménagé partiellement en logement	1,95 km SO	Plomb, Litharge
	Cette Usine correspond à l'Usine de Plomb des Goudes précédemment présentée - *dont la période d'activités précise est de 1854 à 1877*				
PAC1309506 (11)	Rivalz et Barry	- Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.	Terminée, réaménagé en habitations	2,2 km S-SO	Bases et ETM
	Cette Usine correspond à l'Usine de Soude des Goudes précédemment présentée - *dont la période d'activités précise est de 1825 à 1856*				
PAC1309505 (12)	Raffinerie de soufre des Goudes	- Fabrication et trituration du soufre ; fabrication de mèches soufrées	Terminée, réaménagé en habitations	2,1 km S-SO	Soufre et ETM
	Cette Usine correspond à l'Usine de raffinerie de Soufre des Goudes précédemment présentée - *dont la période d'activités précise est de 1856 à 1888*				
PAC1312145 (13)	Ensemble de propriétaires privés et publics	- Métallurgie	Non connu	2,2 km S-SO	HCT, ETM
PAC1309507 (14)	Usine de Callelongue	- Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique 1854 à 1894	Terminée réaménagé en cabanons, restaurant	2,1 km S	ETM, pesticides, COHV
	Cette Usine correspond à l'Usine de soude de Callelongue précédemment présentée - *dont la période d'activités précise est de 1849 à 1884*				
PAC1300873 (15)	MELINO (1961), M. Parenti (1966)	- Commerce de gros, de détail, de désserte de carburants en magasin spécialisé (station service de toute capacité de stockage) - Fabrication de coutellerie - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Terminée, réaménagé en magasin de sport	365 m N-E	HCT, HAP, BTEX, ETM
PAC1301365 (16)	ETS LOUIS G PESCE LABORATOIRES	- Fabrication et/ou stockage de pesticides et d'autres produits agrochimiques (phytosanitaires, fongicides, insecticides, ...) A partir de 1947	Terminée, réaménagé en maison	500 m NE	ETM, pesticides, COHV
PAC1300076 (17)	BERTOLON BUANDERIE	- Fabrication de textiles	Terminée, réaménagé en villas	460 m NE	-
PAC1301430 (18)	MORALES BONIFACE	- Mécanique industrielle (Pigments, Peintures, Encres et Colorants + HC)	Terminée, réaménagé en maison	490 m E-NE	HCT, HAP, BTEX, ETM, COHV
PAC1301483 (19)	Desi charles	- Fabrication de produits électroniques grand public, d'appareils de réception, enregistrement ou reproduction du son et de l'image (T.V., hi-fi, caméra, ...)	Terminée réaménagé en garage	580 m E-NE	HCT, HAP, BTEX, ETM
PAC1310962 (20)	Garage de la Grotte Roland	- Garages, ateliers, mécanique et soudure - Carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, plastiques (toutes pièces de carénage, internes ou externes, pour véhicules...) - Entretien et réparation de véhicules automobiles (ou autres) A partir de 1978	En activité	575 m E-NE	HCT, HAP, BTEX, ETM, COHV
PAC1311373 (21)	MAUFROY Christian et KEVORKIAN Christian	- Carrosserie, atelier d'application de peinture sur métaux, PVC, résines, platiques (toutes pièces de carénage, internes ou externes, pour véhicules...) A partir de 1980	Terminée	730 m NE	HCT, HAP, BTEX, ETM, COHV
PAC1309113 (22)	Cie du fil de lin	- Ennoblissement textile (teinture, impression,...) - Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	Terminée, réaménagé en maison et bar	790 m NE	HCT, HAP, BTEX, ETM, COHV

- : donnée non recueillie[9]

On se reportera à l'**annexe A3.3** pour disposer des fiches BASIAS et BASOL du site.

[9] Donnée non obtenue sur la base de la consultation des organismes, documents et sites Internet dont la liste est présentée dans les tableaux 2 et 3.

Notons que les sites de SAMENA et l'ESCALETTE disposent de fiches BASOL qui sont consultables en **annexe A3.4**. Rappelons que ces deux sites fortement pollués sont localisés à moins de 1 km du site à l'étude et ont pratiqué des activités similaires à celles réalisées sur le Site de la Madrague, avec respectivement la production d'acide sulfurique et le traitement du plomb brut et argentifère.

Rappelons que ces activités très antérieures aux activités du Site de la Madrague ont fonctionné avec des process industriels moins optimisés que ceux utilisés sur le site à l'étude, y compris et particulièrement les systèmes de gestion des fumées et autres émissions.

Les activités de plomb sur l'Escalette ont perduré plus de 40 ans après la fermeture de l'activité plomb sur le site de Montredon.

La Figure 28 suivante illustre la proximité de l'usine l'ESCALETTE avec le Site de la Madrague et la nécessité de prendre en compte les sources extérieures au site dans l'interprétation de l'état des milieux sur le secteur d'étude.

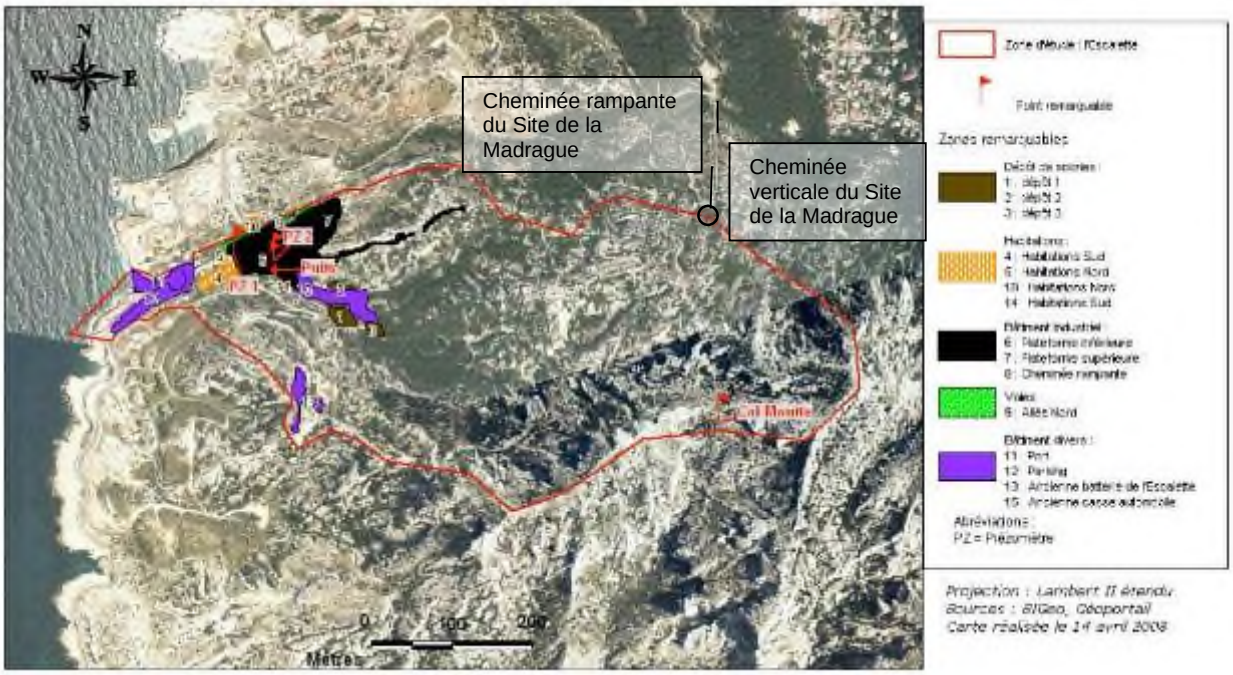


Figure 28 : Plan schématique des principales installations de l'usine de l'Escalette
(source : rapport de thèse de Eti TESTIATI, 2012)

La consultation des bases de données du Ministère ne permet pas de mettre en évidence le détail des activités qui ont été pratiquées sur le site de la verrerie, qui est non répertoriée. Notons que ce site jouxtant le site à l'étude a eu un impact de 1884 à 1939 par des retombées issues de la cheminée sur site dans les environs du site à l'étude. Cette source de contamination extérieure doit être intégrée dans le cadre de l'analyse du contexte du site.

Par soucis de complétude, les plans masses collectés aux Archives Départementales sont présentées en figures page suivante.

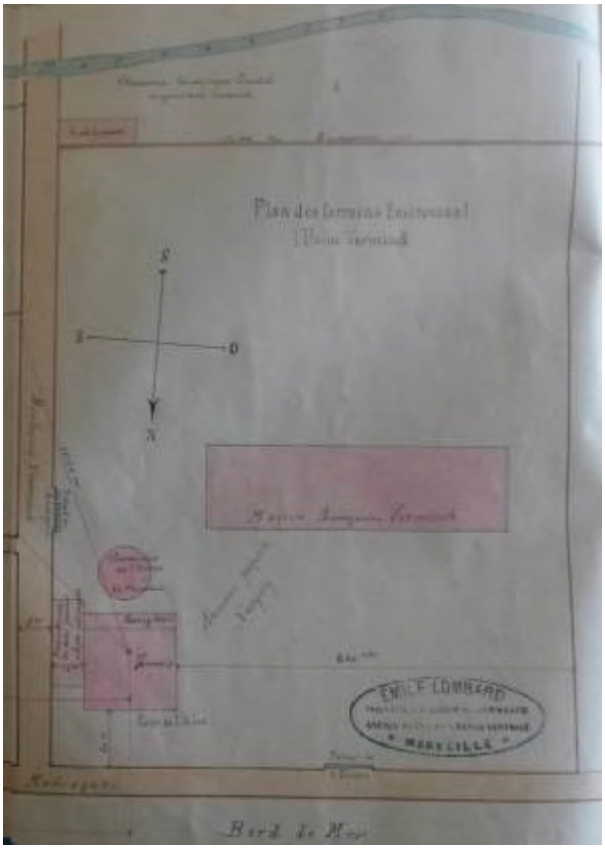


Figure 29 – Plan Masse de la Verrerie VERMINCK récupéré aux Archives Départementales (1884)

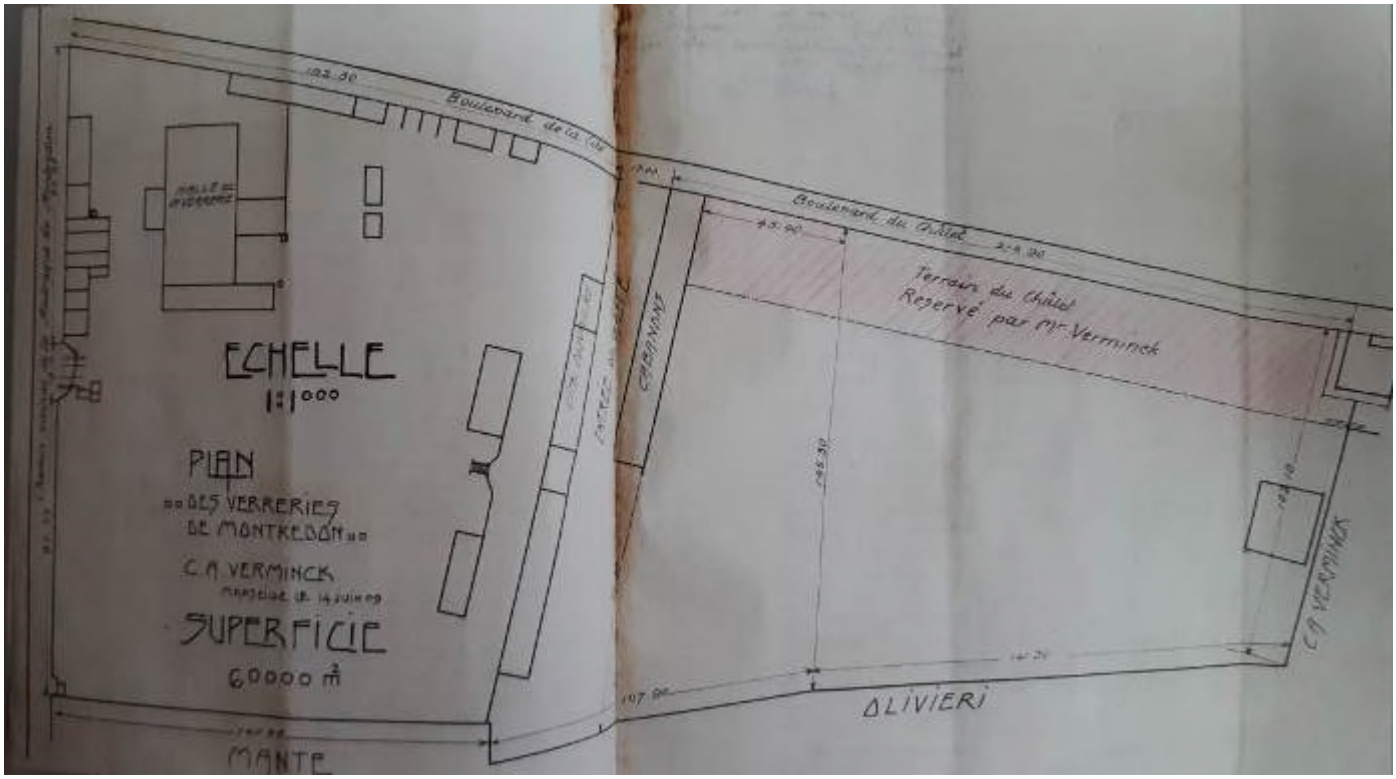


Figure 30 – Plan Masse de la Verrerie VERMINCK récupéré aux Archives Départementales (1919)

5.3.2 État de qualité des milieux hors site connu – Synthèse des études existantes

5.3.2.1 Synthèse des données collectées auprès des Services de l'État consultés et focus sur les polluants caractéristiques générés par les activités historiques hors site :

Comme mis en évidence précédemment, trois usines transformant le plomb ont exercé leurs activités le long du littoral de Montredon aux Goudes. Les activités de ces usines à plomb et particulièrement celle de l'Escalette ont généré des dépôts de scories disséminés en bordure de littoral, occasionnant ainsi une pollution dite ponctuelle. Ainsi, trois sites ont été référencés sur le site Internet ministériel français BASOL sous les dénominations « Marseille l'Escalette SPMI », « Marseille l'Escalette Conseil Général » et « Marseille Calanque Saména Conseil Général », et faisant état d'une pollution en plomb (Pb), arsenic (As), zinc (Zn) et antimoine (Sb) principalement. Ils nécessitent, selon le site BASOL, des opérations de gestion de la pollution.

Il est cependant à noter, comme précédemment spécifié, que, dans le cas de la calanque de Saména, des scories issues du grillage des pyrites lors de l'activité de l'ancienne usine de soude sont également entreposées.
Toujours sur le site BASOL, l'usine du Site de la Madrague est principalement recensée pour les résidus d'activités chimiques liés à sa dernière activité (production de composés tartriques) et il est juste fait mention de l'activité antérieure de transformation du plomb. La galène (sulfure de plomb) a été le minerai de plomb le plus utilisé par ces activités car pouvant contenir d'abondantes inclusions de minerai d'argent (de 0,3 à 1 %).

La galène est rencontrée dans la plupart des cas en association avec la blende (ZnS) et la pyrite (FeS_2) ainsi qu'avec la chalcopyrite ($CuFeS_2$). La teneur élevée en certains éléments traces signe l'origine hydrothermale de ces formations et certains éléments nouveaux comme l'arsenic (As), le baryum (Ba), le bore (B) et l'antimoine (Sb) se combinent en quantité limitée avec la galène au cours de sa formation, alors que pour le plomb (Pb), le cuivre (Cu), le zinc (Zn) et le soufre (S), les teneurs augmentent drastiquement.

Au cours du traitement de la galène, des pollutions différentes sont générées à chaque phase : la formation de sulfates et oxydes de différents éléments métalliques issus du grillage ; la contamination des fumées due à la volatilisation et/ou la sorption sur les fines particules de l'arsenic, du plomb et de l'antimoine rejetés par les cheminées au cours de la réduction la formation de crasses surnageantes oxydées issues de la réduction et de l'affinage contenant principalement du fer, du cuivre, du zinc et de la litharge (oxyde de plomb). Les déchets industriels ainsi ronflés sont de deux types :

- Les laitiers, solutions liquides d'oxydes de métaux sous forme liée à des composés silicatés. En se solidifiant, ils correspondent donc à l'ensemble des matières vitreuses qui se forment à la surface des métaux en fusion et qui rassemblent les impuretés du minerai. Les laitiers sont parfois définis comme étant les scories issues de la réduction ;
- Les scories, résidus solides provenant de la fusion des minerais métalliques et de l'affinage des métaux.

En général, les termes de « laitiers » et de « scories » sont confondus, et on désigne par scories les déchets solides issus du traitement pyrométallurgique dans sa globalité. Au cours de l'activité des usines, ces scories ont été entreposées sous formes de crassiers dont les trois principaux se trouvent dans le vallon de l'Escalette (volume actuel estimé à 10 000 m^3). Après la cessation des activités métallurgiques, une partie des crassiers a été réutilisée comme matériaux de construction, notamment comme soubassement routier pour la route de Saména à Callelongue.

Une étude des risques sanitaires focalisée sur la friche industrielle de l'Escalette et réalisée par l'Institut national de veille sanitaire en 2007[10] a montré que le fait de résider dans cette zone pouvait entraîner un risque sanitaire pour la population.

A partir de 2008, une quarantaine de chercheurs des Universités d'Aix-Marseille et de Toulon ont travaillé conjointement sur les transferts de contaminants issus des activités industrielles passées dans le massif de Marseilleveyre au travers du projet MARSECO (2008-2013, ANR CESA 018).

Une cartographie des concentrations en métaux et métalloïdes des sols de surface du massif de Marseilleveyre et des îles environnantes a fait apparaître des patrons de dispersion de la pollution autour des anciens sites métallurgiques, liés au vent et au relief.

5.3.2.2 Projet MARSECO

Les informations présentées dans ce paragraphe sont issues des documents relatifs au projet MARSECO ainsi que du Livre intitulé, « les Calanques de Marseille et leurs pollutions », réalisé sous la direction de Xavier Daumalin et Isabelle Laffont-Schwob. L'ensemble des références ont également été reprises en bas de page de ce paragraphe.

[10] « Présence de plomb et d'arsenic sur le littoral sud de Marseille : une étude de santé (juillet 2005) », Rapport INVS, 2007

Le projet MARSECO (financement ANR), qui s'est déroulé de novembre 2008 à mai 2013, regroupait 8 partenaires institutionnels et universités, impliquant une quarantaine de chercheurs.
L'objectif global de ce projet consistait à mettre en place, au niveau de la zone entre le centre de Marseille et Cassis, un observatoire pour comprendre les processus et suivre l'évolution des écosystèmes littoraux méditerranéens écologiquement remarquables, mais fortement contraints par 3 principaux types de pressions anthropiques : l'industrialisation, l'urbanisation et le développement touristique. Le projet allait donc bien au-delà des problématiques liées à la pollution issues des industries du secteur étudié dans le cadre du présent rapport, avec une zone d'étude bien plus large.

Concrètement, le projet s'est décliné en 4 volets :

- L'étude du compartiment marin (connaissance des milieux émetteurs, étude des cinétiques de transfert, …) ;
- L'étude du compartiment sol (cartographie de pollution, de salinité, caractérisation physico-chimique, biodisponibilité des polluants, microbiologie des sols, …) ;
- L'étude du compartiment phytocénose (évaluation de la biodiversité, impacts des perturbations des quelques espèces présélectionnées, focus sur quelques plantes polluo-tolérantes, …) ;
- Approche synthétique, modélisation et évaluation des risques sanitaires (approche intégrative des 3 premiers volets pour la modélisation du fonctionnement des écosystèmes et l'évaluation des risques sanitaires induits).

5.3.2.3 Qualité des sols - Étude MARSECO

Les chercheurs impliqués dans ce projet ont travaillé avec un protocole de prélèvement pédologique standardisé permettant d'avoir une information fiable de l'état de contamination.

251 placettes ont été identifiées sur lesquelles les prélèvements de sols de surface ont été réalisées.

Les échantillons de sol pour chaque placette sont constitués d'un sol représentatif de la zone de prélèvement qui a été par la suite tamisé et séché pour permettre son analyse par un appareil de mesure à fluorescence X.

Parmi l'ensemble des éléments traces métalliques et métalloïdes analysés, les cartes de distribution de la contamination en arsenic et en plomb sont celles qui apportent le plus d'informations quant à la pollution issue des activités industrielles passées sur le massif. Dans les figures suivantes, sont présentées sous la forme d'un gradient de couleur les concentrations en plomb et en arsenic dans les sols de surface (cartographies publiées dans le Livre « Les calanques industrielles de Marseille et leurs Pollutions »).

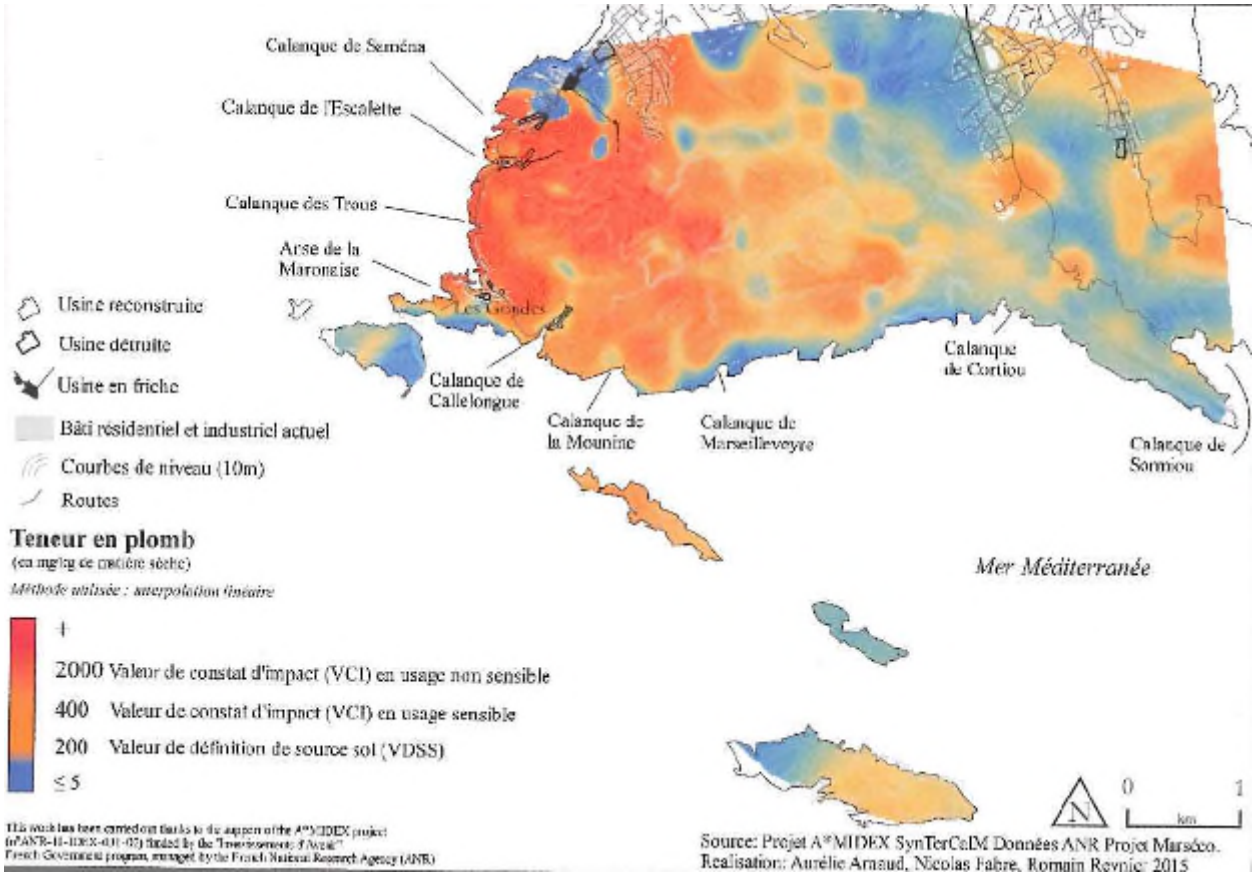


Figure 31 – Cartographie de spatialisation de la contamination en Pb mise en exergue dans les sols dans le cadre de l'ANR Projet MARSECO

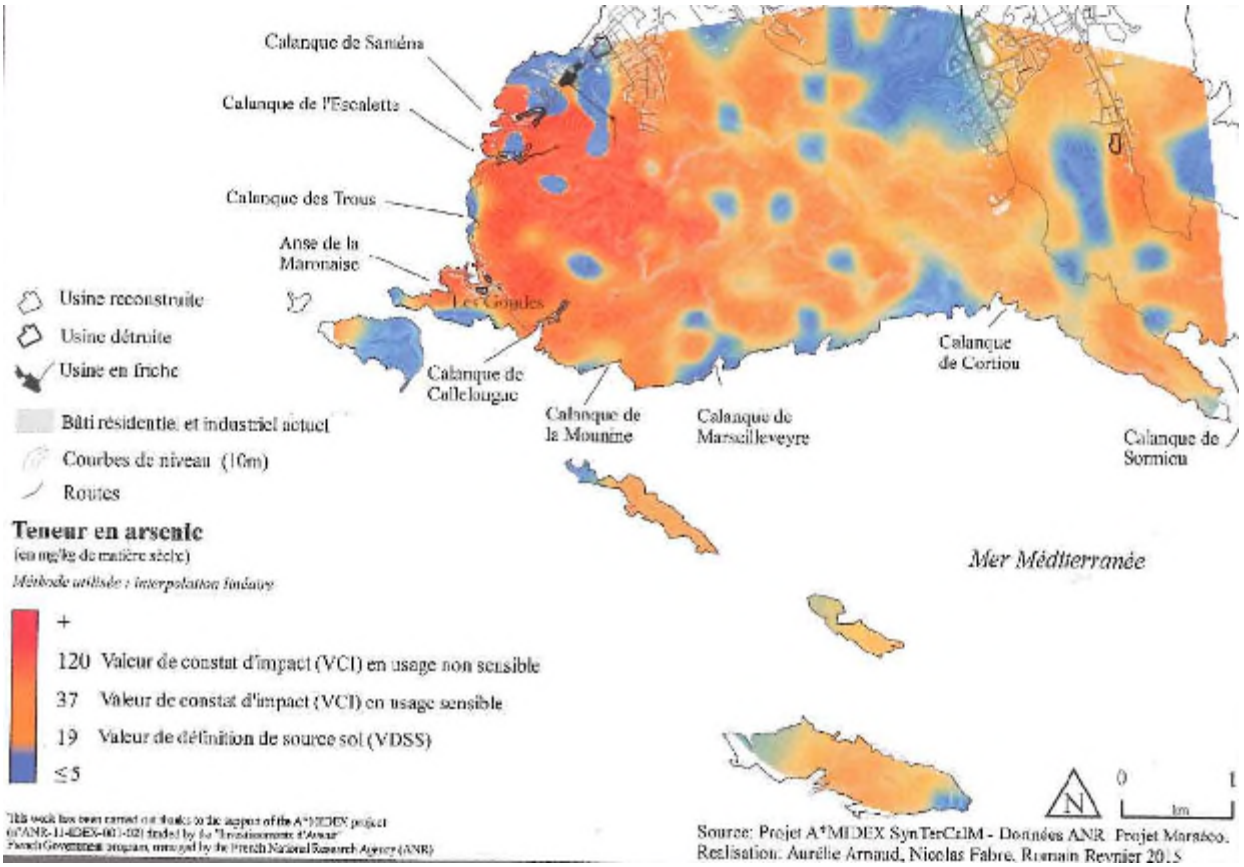


Figure 32 – Cartographie de spatialisation de la contamination en As mise en exergue dans les sols dans le cadre de l'ANR Projet MARSECO

En utilisant les valeurs de bruit de fond géochimique retenues (présentées dans le chapitre d'investigations des sols), cela fait apparaître une surface impactée plus vaste que l'emprise des anciennes usines.

Par ailleurs, les sols du massif des Calanques sont des sols calcaires (pH entre 7 et 8) généralement limono-argileux riches en carbonate de calcium, peu évolués, pauvres en matière organique, pierreux et de faible épaisseur[11]. Les teneurs en plomb dans les sols de surface sont très élevées au niveau de l'ancien site industriel de l'Escalette notamment (supérieur à 60 000 mg/kg) et cette contamination est dispersée aux alentours. Ainsi les analyses des métaux et métalloïdes dans les sols de la friche industrielle de l'Escalette ont montré des gammes de concentrations sur le site comprises de 75 à 130 000 mg/kg pour le plomb, 210 à 66 000 mg/kg pour le zinc, 20 à 8 000 mg/kg pour le cuivre, jusqu'à 9 000 mg/kg pour l'antimoine et jusqu'à 7 000 mg/kg pour l'arsenic[12].

Ces mesures ont été effectuées sur des sols au niveau des ruines de l'usine, le long de la cheminée rampante, au sommet des crassiers et en zones contiguës à l'usine.

Dans le cadre du projet MARSECO et suite à la réalisation de la cartographie de la pollution, des valeurs de fond local de contamination ont été proposées pour les sols de surface du massif de Marseilleveyre[13].

À partir de ces valeurs, des facteurs de contamination des sols (FC) par élément (FC = concentration mesurée pour un élément donné / valeur du fond local pour cet élément) ainsi que des valeurs d'indice de charge polluante (ICP) ont été calculés en considérant les facteurs de contamination de 4 éléments : l'arsenic, le cuivre, le plomb et le zinc. La valeur de cet indice désigne le niveau de contamination du sol prenant en compte la contamination multiple liée à plusieurs éléments. Ainsi au niveau de l'Escalette, les facteurs de contamination des sols sont supérieurs à 400 pour Zn, à 800 pour As, à 1 500 pour Pb et à 2 500 pour Sb.

[11] Ces Informations ont été publiées dans les travaux de thèse de Marie-Cécile Affholder en 2013, Approche des mécanismes de tolérance du romarin aux éléments traces métalliques et métalloïdes : perspectives pour une phytostabilisation des sols méditerranéens pollués, thèse de l'Université d'Aix-Marseille, 288 p.

[12] Données publiées en 2013 par Testiati et ses collègues. Eti Testiati, Julien Parinet , Cathy Massiani Isabelle Laflont-Schwob, Jacques Ratier, Hans-Rudolph Pfeffer, Virginie Lenoble. Véronique Masotti., Pascale Prudent, • Trace metal and metalloid contamination levels in sons and in two native çlant species of a former industrial site: evaluation of the phytostabilization potential Journal of Hazardous Material, 248-249, 2013, p. 131-141

[13] Ces données font partie du travail de thèse de M.-C. Affholder et ont été publiées en 2013 : Marie-Cécile Afiholder, Pascale Prudent, Véronique Masotti, Bruno Coulomb, Jacques Rabier, Bénédicte Nguyen-The, Isabelle Lallont-Schwob. • Transfer of metals and metalloids from soif to shoots in wild rosemary (Rosmarinus officinalis L.) growing on a former lead smelter site: human exposition risk •, Science of the Total Environnent, 454-455, 2013, p. 219-229

Sur cette même zone, les indices de charge polluante sont proches de 440 le long de la cheminée rampante, de 380 sur les crassiers, de 50 en moyenne au niveau des ruines, et de 15 pour la zone sud contiguë à l'usine.

La contamination mise en exergue au niveau de l'Escalette apparaît donc particulièrement importante autour de l'ancienne cheminée rampante dont la partie sommitale est effondrée sur la plupart de sa longueur, rendant accessibles les poussières fortement contaminées déposées sur les parois de la cheminée au cours de l'activité industrielle passée. Ceci présente d'autant plus de danger que les études de mobilité des métaux et métalloïdes effectuées sur cette zone[14] ont révélé des proportions potentiellement biodisponibles représentant plus de 30% du plomb total et plus de 20% de l'arsenic total.

Remarque : le même type de phénomène est à souligner au niveau de la partie haute des carnaux de l'usine du Site de la Madrague (secteur non compris dans l'emprise foncière du domaine SFPT) qui présente une portion démolie.

Les éléments traces métalliques et métalloïdes (ETMM) se retrouvent donc en concentrations importantes sur le site de l'Escalette dans les crassiers, les ruines et au niveau de la cheminée rampante, mais également sur une large partie de cet espace incluant les autres sites ayant fait l'objet d'une activité de fonderie de plomb.

La dispersion des ETMM peut être due à :

- la déposition des contaminants émis par les cheminées au cours de la période de production, par envol des particules contaminées et redéposition sous l'influence des vents, en particulier des vents dominants,
- l'envol actuel au niveau des zones d'accumulation dans les carneaux (au niveau des zones effondrées, non confinées) ou au niveau des crassiers
- la réutilisation des scories comme matériaux de construction, en particulier comme soubassement routier de la route côtière et pour des usages domestiques par des particuliers comme nous avons pu le constater sur de très nombreuses parcelles.

En effet dans le cadre du projet MARSECO, afin d'appréhender la contamination diffuse issue de l'Escalette dans le massif des Calanques, un transect expérimental s'éloignant de l'usine, en fonction des vents dominants, et présentant un gradient de pollution a été choisi[15].
Les analyses en ETMM effectuées dans les sols de surface des points de ce transect, ont révélé des valeurs d'indice de charge polluante supérieures à **100 à plus d'un kilomètre de la sortie de la cheminée rampante** et autour de 50 au niveau du col de Moute (1,5 km environ de l'Escalette). De plus, les concentrations en ETMM dans les sols au niveau de la route côtière confirment l'impact des scories, avec des concentrations importantes en Pb, Zn et Cu (fortement présents dans les scories) et des valeurs d'indice de charge polluante entre 20 et 35.

5.3.2.4 Investigations sur le milieu « végétaux »

- Données générales sur la flore et son adaptation aux milieux contaminés

Des études se sont focalisées sur la végétation qui a pu se rétablir spontanément au cours du temps dans la zone littorale des Calanques notamment la zone très fréquentée de Saména à Callelongue qui présentait une raréfaction de la végétation par sa surexploitation et les activités industrielles au cours du XIXème siècle et début du XXème. Selon Quezel[16], la structure de cette végétation s'est constituée, comme sur tout le pourtour méditerranéen, à partir d'un fond floristique progressivement constitué au moins depuis le mio-pliocène (-23 à -1,8 millions d'années) et, selon lui, représente actuellement la résultante de modifications climatiques qui s'y sont succédées et qui a été profondément façonnée par les activités humaines.

Cependant, les transformations économiques et sociales radicales survenues depuis la fin du XIXème siècle ont altéré cette structure avec notamment une résultante actuelle qui est l'extension des peuplements de pin d'Alep[17]. La végétation présente est cependant caractéristique de l'étage bioclimatique thermo-méditerranéen avec pour principales formations végétales des matorrals (dont les garrigues), des phryganes et des associations littorales plus ou moins tolérantes au sel. Elle est toujours soumise à de nombreuses perturbations liées aux activités humaines qui bouleversent la distribution des espèces sur ce compartiment.

Pour l'instant, aucune métallophyte[18], au sens d'une espèce végétale poussant préférentiellement sur les sols pollués, n'a été identifiée sur le massif des Calanques, ce qui paraît cohérent avec le fait qu'il ne s'agit pas d'un espace métallifère à partir duquel l'extraction de minerai pourrait avoir été réalisée. En effet, tous les minerais qui ont été transformés dans les anciennes industries de plomb des Calanques provenaient d'autres origines, notamment de

[14] Résultats de la thèse d'Eti Testiati, Contamination de sols par des éléments traces métalliques en tore méditerranéenne côtière : éludes de leur mobilité et du transfert à la phytocénose, thèse de l'Université d'Aix-Marseille, 2012, 293 p.
[15] Travaux réalisés dans le cadre de la thèse de M.-C. Affholder, 2013, op. cil.
[16] Dans l'article intitulé : « Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne: facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire» de Pierre Ouezel. nFOBIOS. 32(1), 1999, p. 9-32
[17] Jean Nicod, «Sur le rôle de l'homme dans la dégradation des sols et du tapis végétal en Basse-Provence calcaire », Revue de géographie alpine, 39 (4), 1951, p. 709-748.
[18] Plante qui pousse préférentiellement sur des sols contaminés en métaux, ce qui signifie qu'elle s'est adaptée à ce type d'environnement

la ceinture pyriteuse ibérique en Espagne[19]

Ainsi, la végétation persistant sur les sols les plus contaminés est issue du fond floristique local et laisse à penser que les espèces végétales qui la constituent sont constitutivement tolérantes à la pollution des sols en ETMM puisque, même une partie du crassier principal du vallon de l'Escalette est végétalisée spontanément. Cette tolérance peut s'illustrer au travers de l'exemple des phryganes qui sont des formations végétales originales en zone littorale, caractérisées par trois espèces-clefs protégées :

- L'astragale de Marseille (Astragalus tragacantha L.),
- La thymélée tartonraire (Thymelea tartonraira (L.) Ail.)
- Le plantain à feuilles en alène (Plantago subulata L.).

La plupart des populations d'astragales recensées sur le Massif de Marseilleveyre pousse sur des sols contaminés par les déchets de l'industrie du plomb. Des études à long terme ont permis de conclure à la tolérance de cette espèce à des fortes concentrations en plomb et arsenic dans les sols sur lesquels elle se développe[20].

Pour ce qui concerne les anciennes usines de soufre (fabrication d'acide sulfurique) et de soude, les effets actuels de ces activités passées sur la végétation terrestre sont difficilement décelables de par la nature des composés chimiques utilisés et produits. Cependant, les activités de grillage des pyrites de fer et de cuivre ont généré également des scories qui forment encore aujourd'hui des dépôts visibles. Ces scories également riches en arsenic peuvent avoir enrichi en cet élément les sols avoisinants. Le soufre, à l'origine de la fabrication de l'acide sulfurique, est un élément normalement absorbé par les plantes en faibles concentrations et qui se révèle peu toxique à l'état solide. Cependant, il a fait l'objet de nombreuses études sur ses impacts environnementaux sous la forme de SO_2 c'est-à-dire gazeuse. Le SO_2 pénètre dans les plantes par les stomates et se transforme dans les cellules des plantes en produits qui deviennent toxiques pour elles lorsqu'ils s'accumulent. Les dépôts atmosphériques de polluants acides (H_2SO_4, HCl) présents lors de l'activité de ces usines ont, eux, certainement été au-delà des capacités tampon des milieux.

La production massive d'acide chlorhydrique (HCl) pour la fabrication de la soude a généré des pollutions aiguës. Cependant, les sols calcaires sont connus pour avoir une meilleure capacité de neutralisation (effet tampon) que les sols acides et cela laisse donc à penser que l'impact de la redéposition sur les sols des vapeurs acides a été réduit sur le long terme. Les rares relevés de végétation terrestre qui ont pu être trouvés concernant l'espace des Calanques autour de Montredon au début de la période industrielle, révèlent la présence d'une végétation typique des Calanques qui de nos jours persiste avec cependant certaines espèces menacées d'extinction.

Remarque : Ces relevés, bien que clairs en terme botanique, ne sont cependant pas assez précis (pas de donnée quantitative et relevés non exhaustifs) pour pouvoir identifier une potentielle présence d'espèces végétales différentielles préférant des sols moins basiques et qui se seraient développées suite à des conditions plus favorables à leur croissance liée à une potentielle acidification des sols, même transitoire.

Outre une partie de la végétation qui a dû être prélevée antérieurement pour l'utilisation du bois en tant que combustible, les dégradations majeures sur le système forestier présent au début du XXème siècle doivent être liées principalement à une altération chimique due à la production d'acides. Ainsi, le contraste est saisissant entre la végétation chétive observée sur les orthophotos datant de 1926 et la pinède dense de 2014, comme le mettent en évidence les photographies reportées en figure page suivante.

En définitive, les sols et la végétation terrestre actuelle sur les zones ayant été sous l'emprise d'activités industrielles jusqu'au début du XXème siècle sont la mémoire de cette histoire industrielle et humaine des Calanques, et la contamination en ETMM qu'elle contient est liée plus spécifiquement à celle issue de la transformation de la galène en plomb et plus faiblement, aux autres industries moins productrices de contaminations en métaux et métalloïdes.

L'hypothèse d'une certaine résilience de la végétation après cessation des perturbations causées par ces activités paraît fondée même si cette végétation a été façonnée par l'humain depuis des siècles et que le filtre des pressions anthropiques, dans ce cas, devient prédominant par rapport aux filtres naturels (abiotiques et biotiques) qui opèrent une sélection sur les espèces qui formeront la communauté locale[21].

Cependant, la cessation des activités industrielles anciennes sur ce littoral ne peut être considérée comme la cessation des perturbations liées à la pollution sur la biocénose terrestre littorale. En effet, la proximité de la métropole marseillaise de par ses activités affecte la qualité de l'air sur l'espace des Calanques et également sa végétation.

[19] L'origine principale de la galène est indiquée dans l'article de synthèse traitant de la Révolution industrielle Marseille écrit par Xavier Daumalin & Olivier Raveux, «Marseille (1831-1865). Une révolution industrielle entre Europe du Nord et Méditerranée Annales. Histoire, Sciences Sociales. 56 (1), 2001. p. 153-176.

[20] Ces études ont été menées sur une période de deux ans par Isabelle Laffont-Schwob et ses collègues

[21] Sam Lake, Nicholas Bond N.. Paul Reich P., Linking ecological theory with stream restoration, Freshwater biology. 52(4), 2007. p. 597-615



Photographie aérienne de 1926 de l'Escalette indiquant clairement un état de fort déboisement



Photographie aérienne de 2014 de l'Escalette indiquant une revégétalisation dense au niveau des crêtes et des vallons et plus éparse en zone littorale

- Transfert vers la plante et biodisponibilité

Parmi les différentes approches sur la végétation, des études ont été réalisées pour connaître la concentration en ETMM de certaines espèces végétales et mieux évaluer le transfert du sol vers les plantes.

L'analyse de la composition de ces plantes montre que les concentrations pour deux des éléments les plus toxiques, le plomb et l'arsenic, sont plus fortes dans les parties racinaires que dans les parties aériennes, indiquant un faible transfert des racines vers ces parties aériennes. Ainsi, en dépit d'une forte contamination des sols, les espèces végétales étudiées stockent préférentiellement ces éléments dans les parties souterraines.

La question de la biodisponibilité de ces éléments peut se poser, avec pour corollaire le risque de transfert à la chaîne alimentaire. La biodisponibilité est l'aptitude d'un élément à être transféré d'un compartiment quelconque du sol vers un organisme vivant (bactérie, plante, animal...). Les éléments traces métalliques et métalloïdes peuvent être libérés dans l'environnement par des mécanismes d'érosion qui généralement augmentent leur solubilité et leur biodisponibilité et ils peuvent être transportés par le vent et l'eau à plus ou moins longue distance.

Selon les zones étudiées, il est possible d'obtenir de 10 à 51% de plomb mobilisable dans le sol, de 2 à 15 % pour le zinc, de 4 à 17% pour le cuivre, et jusqu'à 79% pour l'arsenic. De plus, les formes mobilisables de ces éléments sont liées à leurs concentrations totales dans le sol, ce qui signifie que plus la concentration totale de l'élément est élevée, plus la concentration de la forme mobilisable et donc potentiellement transférable à la biocénose, est élevée[22]. Ainsi, les sols fortement contaminés peuvent se révéler potentiellement très toxiques pour la biocénose.

- Impact sanitaire

Parmi les espèces végétales analysées sur site, certaines peuvent être comestibles. Les enquêtes sociologiques sur le massif des Calanques révèlent d'ailleurs une pratique courante et conservée de récolte de plantes notamment les espèces aromatiques telles que le romarin. Ainsi, des analyses en ETMM dans des romarins ont été effectuées au niveau des différentes placettes du transect expérimental s'éloignant de l'usine de l'Escalette et présentant un gradient de pollution, défini précédemment.

Les travaux de thèse de Marie-Cécile Affholder ont permis de donner une évaluation du danger lié à la consommation du romarin[23]. Ceci a été effectué au travers de l'étude de deux types de consommation :

- L'absorption des feuilles de romarin en tant que plante aromatique
- La consommation sous la forme d'infusion.

Sur la friche industrielle de l'Escalette, des teneurs à hauteur de 153 mg/kg de plomb et 33 mg/kg d'arsenic dans les parties aériennes de romarin ont pu être détectées mais la quantité de romarin potentiellement utilisée dans l'alimentation est de l'ordre du gramme. Ainsi, même avec ces romarins fortement contaminés et dans le cadre d'une consommation en tant qu'aromate, il est difficile de dépasser la dose admissible journalière pour les différents éléments considérés isolément. La préparation d'infusion de sommités fleuries de romarin a été réalisée et dans tous les cas, les teneurs en ETMM étaient en dessous des seuils réglementaires pour l'eau potable, avec des valeurs maximales de 2,7 pg/L d'arsenic, 3,7 µg/L de plomb et 0,9 pg/L d'antimoine.

Ainsi, cette étude a permis d'évaluer que pour atteindre des seuils de toxicité, il faudrait consommer quotidiennement des quantités d'infusion si importantes (plusieurs dizaines de litres) que cela s'avère peu réaliste.

5.3.2.5 Investigations sur le milieu « air »

Dans son rapport annuel de 2013 (29), Air PACA fait état de pics de pollutions aux particules fines en hiver et en été et de pics d'ozone ponctuels dans les Bouches-du-Rhône dont les origines sont le trafic routier, les activités industrielles et le chauffage dans les résidences l'hiver. Mais le massif des Calanques apparaît moins impacté que certains quartiers étudiés dans le centre de Marseille. Cependant la valeur cible en ozone de 18 000 µg/m^3/h pour la protection de la végétation n'est pas respectée en haut des massifs des Calanques, ceci sur la période 2010-2013.

[22] Résultats de la thèse d'Eti Testiati 2012, op. cit.
[23] Marie-Cécile Affholder et al, 2013, op. cit.

5.3.2.6 Dispersion dans le milieu marin

À Marseille, comme ailleurs sur le pourtour méditerranéen, les rejets polluants actuels sont principalement attribuables aux activités domestiques et industrielles (effluents traités). La ville est également traversée par plusieurs cours d'eau, dont la charge polluante est le reflet des activités situées en amont sur le bassin versant. Le tissu urbain est très dense et soumis à des pluies orageuses qui entraînent un lessivage des surfaces et l'érosion des sols, surtout sur des reliefs souvent pentus. Enfin, les activités portuaires ont conduit dans le passé à des rejets en mer de boues de dragage plus ou moins contaminées et le trafic maritime est toujours vecteur de contamination. Ainsi les rejets anthropiques, outre le fait de modifier de façon importante l'équilibre sédimentaire des eaux côtières, véhiculent une large gamme de contaminants.

La station d'épuration des eaux usées (STEU) de l'agglomération marseillaise a été créée en 1987 (1 620 000 équivalents-habitants) et constitue actuellement la plus grande station enterrée d'Europe avec l'ajout récent du « Géolide ». Le réseau d'assainissement comprend un réseau unitaire en centre-ville construit à la fin du XIXème siècle et un réseau séparatif (séparation des eaux pluviales et des eaux usées domestiques) situé en périphérie, construit en 1953.

Au début de sa création, la STEU comportait seulement un traitement physico-chimique des effluents. Depuis le premier trimestre 2009, le Géolide s'est équipé d'un étage biologique consistant à diminuer encore la charge polluante des eaux usées traitées (essentiellement les matières organiques). La STEU rejette ses effluents traités dans un des deux émissaires où sont aussi canalisées les eaux de l'Huveaune et du Jarret, deux fleuves côtiers urbains, avant rejet en mer dans la Calanque de Cortiou au sein du Parc national des Calanques.

De plus, en 1987, une usine de traitement des boues a été implantée dans la carrière de La Cayolle, à six kilomètres de la STEU. Les boues liquides issues des traitements physico-chimique et biologique sont directement acheminées via des canalisations de la STEU jusqu'à l'usine de traitement des boues.

Les études effectuées en 2007 dans les eaux de la calanque de Cortiou par Togola et Budzinski avant la rénovation de la STEU en 2009, montrent de fortes concentrations en divers composés pharmaceutiques[24]. Syakti et ses collaborateurs ont publié des études montrant une forte Présence de sous-produits liés à la fabrication de détergents ainsi que d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et la persistance de polychlorobiphényles (PCB) et de pesticides organochlorés dans les sédiments proches des émissaires de Cortiou[25].

En 2014 et 2015, d'autres études ont permis de démontrer l'apport de ces contaminants en lien avec le trafic maritime intense et les activités industrielles actuelles du port de Marseille. Ainsi un gradient de contamination des eaux en composés organiques issus principalement de l'émissaire de Cortiou qui impactent également la frange littorale proche, est toujours identifiable même après les améliorations apportées au traitement des eaux usées depuis 2009.

En parallèle, les études réalisées sur les éléments traces métalliques et métalloïdes (ETMM) en sortie d'émissaire montrent leur déposition dans les sédiments qui peut potentiellement impacter les organismes benthiques, et des possibilités de désorptions de ces ETMM après des événements de remise en suspension des sédiments. De plus, les particules légères issues des rejets, sur lesquelles sont adsorbés ces ETMM peuvent subir des désorptions pendant le transport en mer et engendrer leur diffusion dans le compartiment marin.

Ces travaux ont montré deux sources de contamination suivant le régime hydrologique du système. Par temps sec, les rejets d'eaux usées traitées par la STEU constituent la principale source d'ETMM au milieu marin, tandis que par temps de pluie, le lessivage des bassins versants des deux principaux cours d'eau marseillais (Huveaune et Jarret) entraîne un fort apport en particules et en contaminants associés représentant alors l'apport majeur d'ETMM au milieu côtier. Parmi les éléments analysés dans ces études, certains métaux comme l'aluminium sont d'origine terrigène alors que d'autres comme le plomb sont d'origine anthropique. L'étude des risques sanitaires réalisée par l'INVS[26] avait également montré une présence non négligeable d'ETMM dans les sédiments marins situés le long du littoral du massif de Marseilleveyre révélant le transfert des contaminants terrestres vers le milieu aquatique.

Concernant les effets sur la biocénose marine, ces mélanges de polluants peuvent être à l'origine de perturbations à long terme des écosystèmes marins récepteurs, notamment concernant les producteurs primaires sensibles aux pollutions aussi bien organiques que métalliques.

---

[24] Anne Togola et Hélène Budzinski, «Multi-residue analysis of pharmaceutical compounds in aqueous semples., Journal of Chromatography A, 1177(1), 2008, p. 150-158

25 Ces résultats sont présentés dans deux publications : A. Syakti et al. en 2012 et en 2015 : Agung D. Syakti, Laurence Asia, Fehmi Kanzari et al., « Distribution of ulyanochlorine pesticides (0Cs) and polychlcrinated biphenyls (PCBs) in marine sediments directty exposed to wastewater from Cortiou Marseille, Envion Sci Pollut Res., 19, 2012, p. 1524-1535 ; Agung D. Syakti, Laurence Asia, Fehmi Kanzan et al., • Indicators of terrestrial biogenic hydrocarbon contamination and linear alkyl benzenes as land-base pollution tracers in manne sediments Int. J. Environ. Sci. Tecanol., 12, 2015, p. 581-594

[26] Lassalle, 2007, op. cit.

En lien avec l'activité de production de soude, l'acide chlorhydrique produit à l'époque, a pu être très toxique pour la biocénose marine car il a pu réduire le pH de l'eau au niveau côtier, ce qui affecte généralement la vie des organismes aquatiques, surtout si le phénomène perdure. Ainsi le lien est fait à la fin du XIXème siècle entre les résidus acides déversés et la qualité des pêches sur le littoral de Marseilleveyre[27].

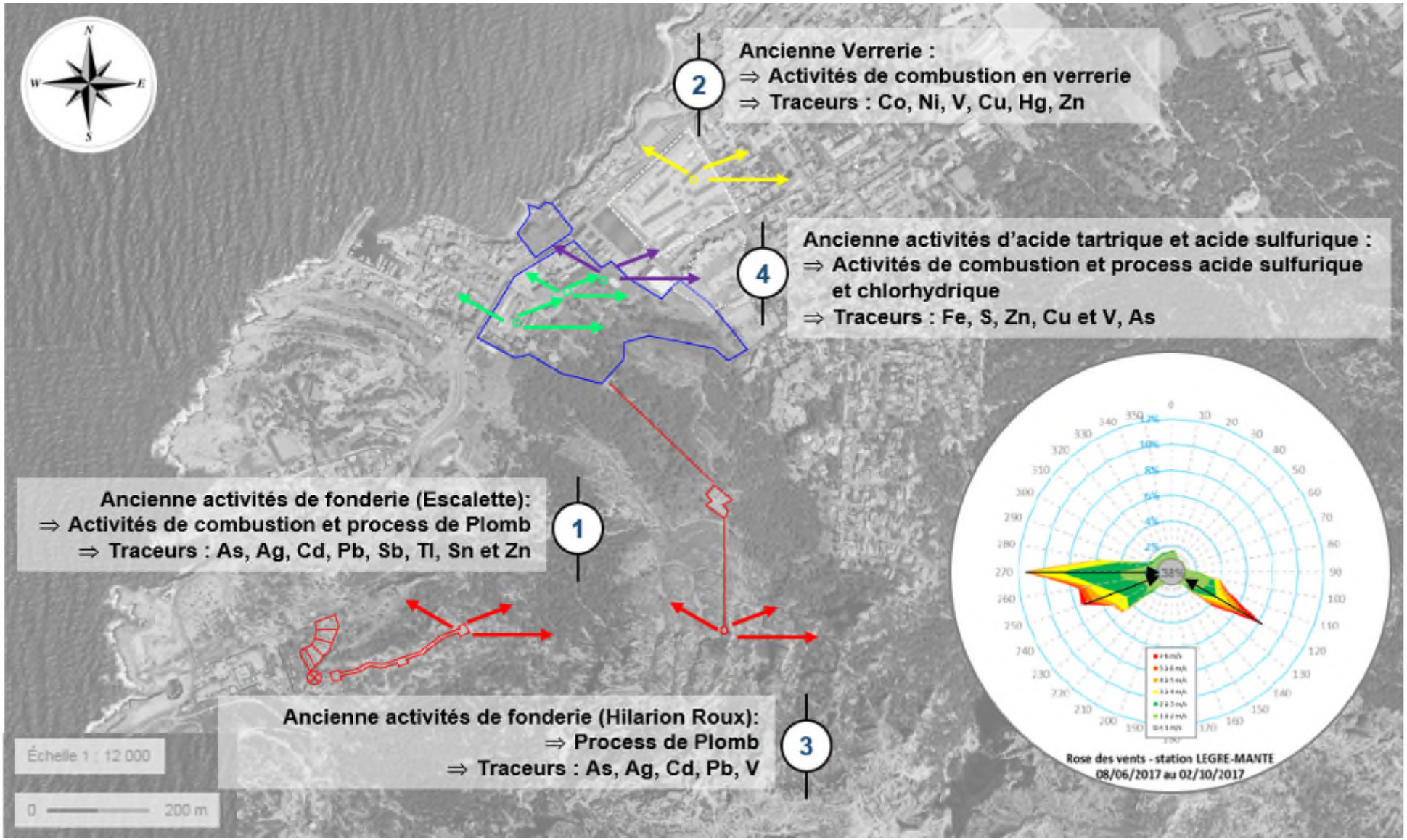
La réduction du niveau de pH peut s'accompagner également de la libération d'éléments métalliques potentiellement toxiques. Étant donné l'essor récent des connaissances dans le domaine de la biodiversité marine grâce au développement d'équipements plus adaptés, il y a un manque de données contemporaines de ces activités sur la faune et la flore aquatique dans cette zone littorale qui auraient pu apporter des éléments à la réflexion des scientifiques.

Des résultats de recherches sur les peuplements marins de la région de Marseille par Marion (1883) font état d'une richesse naturelle des fonds marins tout en révélant l'appauvrissement remarquable de la faune à proximité du port. Ce qui est rapporté est surtout lié à la turbidité de l'eau. Cependant, le dépeuplement par les poissons et les coquillages sert à l'argumentaire en défaveur de l'installation de nouvelles industries sur l'Estaque en prenant comme exemple le site des Goudes pour dénoncer les méfaits des soudières sur cet environnement[28].

[27] Dans l'article de Daniel Faget, op cit. p153
[28] Daniel Faget, 2014, op. cit., p. 152

5.4 Synthèse des traceurs retenus chronologiquement

Activité générale	Activité détaillée	Matière première	Composés principaux	Impuretés	Composés présents dans les fumées	Transfert pris en compte	Composés présents dans les résidus de fonderie et déchets d'usine	Transfert pris en compte	Traceurs retenus sols sur site (dont crassier)	Traceurs retenus sols hors site	Traceurs retenus eaux	Commentaires
-	-	Remblais mis en place sur la plateforme d'aménagement de l'usine	8ML, hydrocarbures	Eléments traces métalliques	-	-	-	-	-	-	-	L'utilisation potentielle de remblais issus d'autres sites industriels notamment l'Escalette sera à prendre en compte comme source d'interférence
Fonderie et affinage de plomb et de zinc Hilarion–Roux, 1875-1883		Minerai de Plomb : galène et Plomb argentifère	Pb S Ag	Majoritairement As, Sn Mais également Cu, Zn, Cd, Hg, Fe	Pb, S, Ag, As, Sn, Cu, Zn, Cd, Hg, Ba, B Eléments traces métalliques	<u>Passé :</u> Retombées atmosphériques sur les sols superficiels dans le proche environnement du site (essentiellement parcelle B et cheminées) <u>Actuel :</u> Envol depuis les encroutements des carneaux effondrés au sommet, depuis les sols non recouverts du site (notamment parcelle B), et éventuellement les encroutements de cheminées puis dépôt sur les sols superficiels dans le proche environnement du site	Pb, S, Ag, As, Sn, Cu, Zn, Cd, Hg Eléments traces métalliques En proportion différente de celles des fumées	Déchets remblayés sur site, notamment au droit du crassier <u>Passé et actuel :</u> Envol depuis les sols non recouverts du site et dépôt sur les sols superficiels dans le proche environnement du site La qualité des poussières par le passé a dû varier selon la nature du dernier dépôt à l'air libre mis en place Transfert via les eaux de ruissellement et les eaux souterraines au droit du site vers l'exutoire marin Les transferts via les eaux étaient supposés plus importants pendant le fonctionnement de l'usine avec des rejets des eaux résiduaires directement en mer	Pb, S, Ag, As, Sn, Cu, Zn, Cd, Hg Autres éléments traces métalliques HAP, HCT, BTEX, indice phénol PCB Cyanures Dioxines et furanes	Pb, S, Ag, As, Sn, Cu, Zn, Cd, Hg, Fe, Se, Na, Ca Autres éléments traces métalliques (screening)	8 ML, HAP, HCT, BTEX, PCB, Cyanures	D'autres activités extérieures émettrices de composés métalliques sont à prendre en compte et notamment le site de l'Escalette (cf. §5.3) Les HAP, BTEX, HCT, PCB ne sont pas retenus dans les sols hors site en première approche comme traceurs de la pollution dans le cadre de cette IEM pour plusieurs raisons : - Recherche des composés volatils non pertinentes sur les sols de surface, - Dans le cadre des études antérieures, il n'a pas été identifié de problématique liée à ces composés au droit du site induisant un risque de transfert de poussières par voie aérienne (présence ponctuelle uniquement liée à une source locale type cuve) Les Cyanures ne sont pas retenus comme traceurs dans les sols hors site puisqu'ils ont été retrouvés principalement dans le crassier sous forme complexée de ferrocyanures peu mobilisable et peu toxique. Par ailleurs les déchets chimiques de l'usine tartrique ont été recouverts par les remblais de démolition plus récents. Ainsi le risque d'envol de poussière apparait négligeable. Toutefois afin de valider cette hypothèse les cyanures ont été recherchés ponctuellement sur les parcelles riveraines du crassier. Les dioxines et furanes ne sont pas retenus comme traceurs hors site de par la diversité des origines extérieures au site (nombreuses industries, incendies fréquents) ne permettant pas d'interpréter l'impact lié au site. Toutefois des analyses ont été réalisées sur des échantillons de sol prélevés à proximité de la cheminée du Site de la Madrague afin de vérifier l'existence d'une éventuelle problématique générée par le site pour ces composés. Les acides éventuellement déversés par le passé ont potentiellement pu accentuer la lixiviation de composés métalliques voire accentuer la fissuration du milieu calcaire mais sont considérés depuis neutralisés par le milieu carbonaté. La recherche de composés (HCT, HAP, CN, dioxines et furanes) pourra être réalisée dans une seconde phase au droit des sols reconnus impactés par l'activité de l'usine du Site de la Madrague
		Coke et houille (pour alimentation des fours à combustion)	HAP, HCT, BTEX, phénol	As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn	HAP, HCT, BTEX, phénol As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn Dioxines et furanes		HAP, HCT, BTEX, phénol As, Cd, Cu, Hg, Pb, Zn					
Usine d'acide tartrique et de crème de tartre y compris fabrication d'acides sulfurique et chlorhydrique utilisés dans les process de l'acide tartrique, 1888-2009	Production d'acide tartrique	Tartre Acides chlorhydrique et sulfurique Chaux	CaSO4 (diminution rejet après 1973)	-	-	-	Ca, sulfates					
	Production d'acide sulfurique	Soufre Pyrite de Fer Sulfate de zinc	S, Fe, Zn	As, Sn, Se, Ni, Co, Cu, Ag, Au, Tl, V	S, Fe, Zn As, Sn, Se, Ni, Co, Cu, Ag, Au, Tl, V Autres éléments traces métalliques	<u>Passé :</u> Retombées atmosphériques sur les sols superficiels dans le proche environnement du site (essentiellement parcelle B et cheminées) <u>Actuel :</u> Envol depuis les sols non recouverts du site (notamment parcelle B), et éventuellement les encroutements de la cheminée sur la parcelle C puis dépôt sur les sols superficiels dans le proche environnement du site	S, Fe, Zn, As, Sn, Se Autres éléments traces métalliques En proportion différente de celles des fumées					
	Production d'acide chlorhydrique	Sel marin Acide sulfurique	Na S	-	S		Na, S					
	Alimentation des fours à combustion	Coke et houille	HAP,HCT, BTEX, phénol	As, Cd, Cu, Hg, Zn	HAP, HCT, BTEX, phénol As, Cd, Cu, Hg, Zn Dioxines et furanes		HAP, HCT, BTEX, phénol As, Cd, Cu, Hg, Zn					
	Bains de ferrocyanures	CN	FeCN	-	-	-	FeCN					
	Zone de stockage historique de fioul et cuves à fioul domestique aériennes	fioul	HCT,HAP, BTEX	Eléments traces métalliques	-	-	HCT, HAP, BTEX, 8ML					
	Atelier mécanique	Huiles, hydrocarbures, …	HCT,HAP, BTEX	Eléments traces métalliques	-	-	HCT, HAP, BTEX, 8ML					
	Transformateur	Huiles isolantes	HCT, PCB	-	-	-	HCT, PCB					


N
W
E
S
2
Ancienne Verrerie :
⇒ Activités de combustion en verrerie
⇒ Traceurs : Co, Ni, V, Cu, Hg, Zn
4
Ancienne activités d'acide tartrique et acide sulfurique :
⇒ Activités de combustion et process acide sulfurique et chlorhydrique
⇒ Traceurs : Fe, S, Zn, Cu et V, As
1
Ancienne activités de fonderie (Escalette):
⇒ Activités de combustion et process de Plomb
⇒ Traceurs : As, Ag, Cd, Pb, Sb, Tl, Sn et Zn
3
Ancienne activités de fonderie (Hilarion Roux):
⇒ Process de Plomb
⇒ Traceurs : As, Ag, Cd, Pb, V
Échelle 1 : 12 000
0
200 m
Rose des vents - station LEGRE-MANTE
08/06/2017 au 02/10/2017

6. SYNTHESE DES PRECEDENTS DIAGNOSTICS SUR SITE

Les paragraphes suivants proposent une synthèse des études antérieures permettant de mettre en perspective les informations dimensionnant la stratégie mise en œuvre dans le cadre de l'IEM, notamment les constats remarquables de terrain, les composés mis en évidence et leur niveau de concentration. Dans le détail, le lecteur se reportera au plan des investigations réalisées et aux tableaux de résultat analytique en annexe **A4**.

6.1 Synthèse des diagnostics réalisés sur la parcelle A

6.1.1 Diagnostic de la qualité des sols – SOCOTEC, 1996-1997

- Objectif :
  - Le rapport n° 2733 du 11/12/96 a rendu compte des investigations menées sur ce site, à l'exception du dépôt accumulé (1 à 2 cm) sur la paroi interne de la cheminée qui court sur le site.
  - Le rapport n° 2733-complément- rend compte d'informations et d'analyses complémentaires et des analyses menées sur le dépôt interne de la cheminée

- Investigations :
  - 9 sondages ont été effectués et 3 échantillons de sol ont été soumis au laboratoire,

- Résultats :
  - Un échantillon de sol de l'usine, prélevé à proximité des galeries de la cheminée, et un échantillon de sol prélevé dans la cheminée présentent des teneurs en plomb significatives, respectivement de 3000 mg/kg et 3890 mg/kg,
  - Les dépôts de l'intérieur du conduit de la cheminée ont montré des concentrations en arsenic et en plomb élevées (respectivement 6024 et 2060 mg/kg) et fait l'objet de tests de lixiviation,
  - Ces tests ont montré que les sulfates et l'arsenic sont bien entraînés par l'eau : la teneur en sulfates est constante à l'issue de trois lixiviations successives (18 000 mg/kg). Quant à l'arsenic à la troisième lixiviation, la teneur est de 99 mg/kg d'arsenic.
  - Selon SOCOTEC, « au total, 363 mg d'arsenic sont relargués par kilo de produit. Cela correspond à un taux de relargage de 6 %. ». Le Plomb n'est pas libéré dans l'eau : les concentrations obtenues sont inférieures aux limites de détection analytique (<0,5 mg/kg).

- Conclusion :
  - La pollution en plomb est notable dans le sondage n° 7, réalisé à proximité des galeries de la cheminée. Le sol présente un horizon noir de 0,10 à 0,30 m de profondeur. On rencontre ensuite un horizon de roche calcaire dans une matrice argileuse rouge.
  - Le sondage n° 4 présente des niveaux de plomb non négligeables (sans dépasser la limite d'intervention). Le sol rencontré est analogue à celui du sondage n° 7.
  - Dans ces deux sondages, le refus a été observé entre 1 et 1,3 m de profondeur : une roche compacte (semblant assez imperméable) est rencontrée.
  - Ainsi, le sol de la plateforme délimitée par le four à chaux au Sud, les galeries au Nord, la cheminée à l'Ouest, et le bassin d'eaux industrielles à l'Est, présente un taux important en plomb. Ces concentrations sont en tous cas incompatibles avec une utilisation résidentielle du site. Un traitement des sols est nécessaire. A priori, un traitement analogue à celui des produits contenus dans la cheminée doit être envisagé.
  - Le dépôt de la face interne de la cheminée de l'ancienne production d'anhydride sulfureux est chargé en métaux (Arsenic et Plomb) et en sulfates.

6.1.2 Compléments d'investigations sur les sols et établissement d'un programme de réhabilitation du site – ANTEA, 1998

- Objectif :
  - Deux objectifs avaient été assignés à cette reconnaissance complémentaire :
    - Vérifier l'extension de l'aire éventuellement contaminée par des résidus de grillage de pyrites par une campagne de sondages au tractopelle et prélèvements d'échantillons permettant de caractériser les terrains rencontrés ;
    - Vérifier la contamination des matériaux de maçonnerie des carneaux (galeries), de la cheminée et des sols sous les infrastructures par des prélèvements sélectifs sur les enduits, les moellons calcaires et le sol.

- Investigations :
  - Les investigations ont été limitées à la partie nord-ouest de la zone A concernée par l'arrêté préfectoral

- Réalisation de 13 fouilles, prélèvement de 29 échantillons de sols et de 6 échantillons de matériau (enduits et parpaings calcaires) de maçonnerie des carneaux et de la cheminée ;
- réalisation des 17 analyses prévues et de 4 analyses supplémentaires sur des déchets rencontrés dans une des fouilles (gâteaux de filtration et scories de grillage),

- Résultats :
  - relative dissémination de produits de démolition (tuiles, briques, pierres) essentiellement localisés dans les niveaux gris superficiels avec très peu d'éléments isolés de scories,
  - La zone située en périphérie des carneaux montre à l'inverse un accroissement de l'épaisseur de gravats, la présence de scories en niveaux constitués et de charrées de gâteaux de filtration (F11 et F8 dans une moindre mesure) avec en F11 la présence de scories abondantes en profondeur.
  - Les scories noires présentent des concentrations en Pb, Zn, As, Cu, Ba et Cd largement supérieurs aux valeurs guides.
  - Les déchets identifiés en fouille 11 sont dans leur ensemble chargés en baryum, cuivre pour les gâteaux de filtration et un peu en plomb pour les boues bleues. La concentration en arsenic ne dépasse la valeur guide que pour les scories sous-jacentes aux boues mises en dépôt.
  - Sur ces déchets un dosage des cyanures totaux met en évidence une valeur de 578 mg/kg MS dans les boues bleues avec des pH légèrement basiques alors que dans le gâteau de filtration brun rouge le pH est acide (4,3). Les cyanures libres ne sont significativement présents que dans les scories sous les boues.
  - Les sols des carneaux (galeries) et de la cheminée sont contaminés par le plomb, l'arsenic, le zinc, le cadmium et le cuivre pour la partie superficielle du sol des carneaux. On notera également pour les carneaux la teneur élevée en Fe203 (36,9 %) de la partie superficielle du sol probablement des résidus de pyrites grillées.

- Conclusion :
  - La zone située en périphérie des carneaux suggère un comblement ancien par des déchets divers, de l'espace entre les carneaux probablement construits en élévation sur une plateforme quasi horizontale et le talus rocheux voisin.
  - Il apparaît par ailleurs que ce sont les enduits et les sols des carneaux et de la galerie qui sont les plus contaminés par l'arsenic, le plomb et le cortège des éléments habituellement associés sur les sites où un grillage de pyrites a été effectué
  - Un projet d'inertage / confinement des matériaux les plus contaminés : maçonnerie de la cheminée et sols sous-jacents, déblais riches en scories, a été esquissé par ANTEA. Il pourrait être effectué en utilisant les anciens carneaux dans lesquels les matériaux contaminés pourraient être stockés et inertés par un coulis sable ciment afin de les rendre non lixiviables.
  - Le site de confinement serait in fine imperméabilisé en surface par une géomembrane destinée à soustraire le dépôt à l'infiltration lors des précipitations et ferait l'objet d'une servitude d'aménagement dans le projet de restructuration de l'usine

6.1.3 Évaluation de l'impact sur la sécurité et l'environnement des vestiges de l'ancien conduit de cheminée de l'usine – ANTEA, 2001

- Objectif :
  - Conformément à l'arrêté préfectoral de 1998, ANTEA a réalisé à la demande et pour le compte des Établissements LEGRE MANTE, une étude destinée à évaluer la nature des nuisances et les risques liés à la présence de vestiges d'une ancienne cheminée, dans l'objectif de proposer des solutions de réhabilitation.
  - Les fumées dégagées par les process historiques de fabrication de plomb et d'acide sulfurique étaient évacuées par une cheminée terrestre jusqu'au sommet d'une colline.
  - Les vestiges de cette cheminée sont susceptibles de constituer des sources d'exposition :
    - au risque chimique pour l'homme et l'environnement,
    - au risque d'effondrement et de chute de bloc du fait de la dégradation des structures.

- Résultats :
  - l'état des vestiges de la cheminée n'est pas compatible avec un accès au public.
  - Parmi les éléments dosés, seuls l'arsenic, le plomb et dans une moindre mesure le cadmium ont montré une mobilité qui reste toutefois réduite.
  - Le diagnostic de l'état physique des ouvrages : la stabilité en grand des ouvrages était satisfaisante pour la majeure partie du linéaire de cheminée. Quelques zones présentaient toutefois des indices manifestes d'instabilité (affaissement voûte, ...).
  - A ces instabilités localisées s'ajoute un risque général et diffus de chutes de pierres ; l'état de stabilité décrit ne pouvant nécessairement que se détériorer avec le temps sans intervention

- Conclusions :
  - mise en évidence, quelle que soit la zone considérée, de teneurs significatives en plomb et arsenic dans les matériaux prélevés (enduits, mortiers et sole à l'intérieur des cheminées).
  - Deux principales voies ont été envisagées pour mettre en sécurité l'ancienne cheminée :

- Démolition totale des ouvrages : cette méthode pose des difficultés de faisabilité technique et de coût mais présente l'avantage d'éliminer définitivement le risque.
- Confinement en place : en profitant de l'état de stabilité globalement satisfaisant des ouvrages et moyennant des travaux de consolidation, il peut être envisagé de conserver la majeure partie du linéaire de cheminée après obturation physique des accès. Cette solution plus aisée techniquement à mettre en œuvre pose la question de l'entretien à long terme.

o Des solutions intermédiaires peuvent être envisagées en prenant notamment en compte une éventuelle volonté de conservation de ce patrimoine voire d'une valorisation

6.2 Synthèse des diagnostics réalisés sur la parcelle B

6.2.1 Diagnostic de la qualité des sols – SOCOTEC, 1997

- Diagnostic du stockage Ouest :
  - o Le plateau représente une surface d'environ 2000 m², et avance, depuis la rue, d'environ 45 m vers la mer.
  - o L'épaisseur du stockage augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la rue. En effet, à quelques mètres de la rue, le remblai représente environ 1,3 m d'épaisseur. Ensuite, le sol sableux-argileux rouge à galets est rencontré. A l'extrémité du plateau en direction de la mer, la pelle mécanique a pu creuser jusqu'à 4,2 m sans atteindre le terrain naturel (sondage n° 11). La hauteur maximale de remblai a été évaluée par des mesures au double décamètre sur le talus : elle est d'environ 7 m.
  - o Deux échantillons de remblais prélevés dans des horizons différents au droit de deux sondages distincts ont montré des teneurs significatives en cuivre, cyanures et sulfates.
  - o Le potentiel de lixiviation des deux échantillons de remblai a été évalué, aboutissant aux conclusions suivantes :
    - pH : le pH reste compris entre 8,0 et 6,6. Il décroît légèrement au fur et à mesure des lixiviations.
    - Cuivre : bien que présent en concentration relativement élevée dans les produits bruts, ce métal n'est pas relargué dans l'eau : on obtient en effet, sur les deux échantillons, une concentration totale inférieure à 0,3 mg/kg.
    - Sulfates : pour les deux échantillons, le pourcentage de lixiviation est de 50% au maximum. Sur le produit « pur » (matériau gris compact, avec concentration en sulfates de 550 g/kg) le taux de lixiviation est de 8%, avec un entraînement constant.
    - Cyanures totaux : le taux de lixiviation est compris entre 8 et 14 % environ. Les cyanures étant complexés à environ 90 % il s'agit de ferrocyanures, produits au moment de la déferrisation de l'acide tartrique. Ce composé est stable et peu toxique en milieu neutre à alcalin. Le risque de décomposition en cyanures libres (toxiques) et ions ferreux est obtenu à pH inférieur à 2. Ce risque n'existe actuellement pas (à moins d'un déversement accidentel d'acide sur la zone)
  - o Ces tests montrent que les polluants contenus dans les produits bruts sont peu mobilisables par les eaux

- Diagnostic du stockage Est :
  - o Le plateau représente une surface d'environ 1000 m², et avance, depuis la rue, d'environ 25 m vers la mer.
  - o De même que sur le stockage Ouest, l'épaisseur du remblai augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la rue. En effet, à quelques mètres de la rue, l'épaisseur de remblai est de 1,3 m (sondage n° 14). Ensuite, le terrain naturel (sableux rouge) est rencontré. A l'extrémité du plateau en direction de la mer la hauteur maximale de remblai est d'environ 3 m, après quoi le sol sableux est également rencontré.
  - o Le « stockage est » est composé en grande majorité de remblai de démolition. On rencontre également un mâchefer (de charbon) disposé sur la zone avant les remblais de démolition. Un très faible horizon de sulfate de calcium est rencontré dans un seul des sondages sur cette zone.
  - o Aucun échantillon n'a été analysé dans cette zone, qui ne présente pas de trace organoleptique de pollution.

- Conclusions et recommandations :
  - o Les sulfates du « stockage ouest » peuvent être entraînés, mais leur toxicité est faible. L'impact à envisager est l'augmentation de la salinité de l'eau de mer.
  - o Les cyanures complexés peuvent également être entraînés, en faibles proportions et concentrations. Leur situation géochimique (dans un pH proche de la neutralité) leur confère une composition complexée stable et peu toxique. La seule cible reconnue est le milieu marin, où les risques de pollution par les cyanures sont faibles : même en cas de forte lixiviation des sols, la dilution des produits dans l'eau de mer ne sera pas importante. En outre, en cas

d'ingestion d'eau de mer polluée (par un baigneur par exemple le risque d'intoxication est faible, car même si en milieu gastrique (pH acide) la libération d'ions cyanures est possible, « la réaction est assez lente pour ne pas dépasser la capacité d'épuration de l'organisme ».

6.2.2 Complément d'investigation au droit des remblais de la parcelle B – ANTEA, 2001

- Objectifs et contexte :
  - En complément d'une première étude réalisée par SOCOTEC Environnement et dans la perspective d'une mise en sécurité et/ou d'un réaménagement éventuel du site, ANTEA a été sollicité par l'exploitant afin de disposer d'un diagnostic portant sur :
    - le potentiel polluant du dépôt et les risques associés sur le milieu naturel et en termes de santé publique ;
    - la stabilité du dépôt vis à vis des risques de glissement et les contraintes qui doivent être prises en compte dans la perspective des aménagements.
  - Un total de huit tranchées à la pelle mécanique et 4 sondages carottés a été effectué avec description des faciès et prise d'échantillons.
  - Pour les aspects géotechniques, un sondage pressiométrique a également été effectué à 15 m de profondeur avec essai tous les deux mètres.

- Synthèse des observations géotechniques :
  - Le talus constitué par la mise en dépôt des matériaux se présente sous deux géométries distinctes :
    - En partie est du dispositif de rejet des eaux, la plate-forme d'environ 20 m de largeur est terminée par un talus herbeux de 35° d'inclinaison moyenne avec passages locaux à 45°. La hauteur totale du talus n'excède pas 10 m avec un pied de pente reposant sur les éboulis et gravats, où sont situés des bâtiments en ruine.
    - En partie ouest, le dépôt forme une avancée en pointe vers la mer et se termine par un talus de très forte inclinaison. L'angle moyen mesuré sur la totalité de la pente est de 55° mais en partie supérieure les dernières couches de matériau déposées semblent constituer une épaisseur suffisamment compacte pour permettre des inclinaisons locales de 70 à 80°.
  - Le talweg creusé entre les deux parties du dépôt permet d'assurer actuellement une gestion relativement bonne des eaux de surface. Les talus montrent par conséquent peu de signes d'érosion ou de ravinement liés à l'évacuation des eaux.
  - Le pied de talus de la partie ouest montre par contre des indices d'érosion marine sur 1 m d'épaisseur.
  - La lithologie du site a été reconnue par quatre sondages carottés, un sondage destructif et une série de puits à la pelle mécanique.

- Synthèse des observations environnementales et résultats analytiques :
  - A la demande du Maître d'Ouvrage, les analyses ont porté sur 8 échantillons de sol (avec tests de lixiviation sur 2 échantillons), aucune analyse d'eau n'a été effectuée.
  - L'examen des résultats appela les remarques suivantes :
    - les concentrations qui peuvent être qualifiées d'élevées et qui concernent des terrains superficiels ne concernent que les cyanures totaux (échantillons F1.2 : prélèvement sur T5 et SC1 entre 0,0 et 1,3 m et échantillons F2.1 : prélèvement sur SC1 entre 1,3 et 2,05 m et SC3 entre 0,5 et 1,0 m) ;
    - les autres concentrations élevées As, Pb, Cu concernent les échantillons 7.1, 7.2 et 5.1 prélevés respectivement sur SC2 entre 5,5 et 10,5 m, T5 entre 1,3 et 4,6 m et SC1 entre 8,0 et 13,5 m ; donc à des profondeurs relativement importantes par rapport à la surface du sol.
  - Les résultats des tests de lixiviation effectués sur les échantillons 7.1 (SC2 entre 5,5 et 10,5 m) et 1.2 (SC1 et T5 entre 0 et 1,3 m) ont montré que parmi les 3 métaux notablement présents dans les échantillons (As, Pb, Cu) le plomb et le cuivre ne sont pratiquement pas lixiviés au cours du test. L'arsenic est lixivié au prorata de sa concentration dans le sol et on observera que les matériaux les plus chargés ne sont pas situés superficiellement sur le dépôt.
  - Enfin la présence en pourcentage important de sulfates se traduit bien évidemment par un enlèvement important au cours du test (respectivement 46 et 36 g/kg) pour des teneurs respectivement de 180 et 52 g/kg des sols.

6.3 Synthèse des diagnostics réalisés sur la parcelle C

6.3.1 Diagnostic de pollution des sols – CERTA, 2001

- Contexte :
  - La société CERTA a effectué en septembre 2001, dans le cadre de travaux de terrassement pour l'édification de la station épuration des effluents de l'usine, un diagnostic de la qualité des sols au droit de l'implantation retenue à l'est de la parcelle C.
  - Les travaux de terrassement, réalisés par la société DANIEL sous la maîtrise d'œuvre de la société CERTA ont mis en évidence la présence d'un réseau de carneaux dont les matériaux qui le composent et les sols d'assise étaient marqués par les polluants métalliques. Les matériaux pollués ont été excavés au droit de l'emprise de la future station.
  - Dans ce cadre, deux zones ont été aménagées dans la parcelle A ; une zone pour recevoir les déblais dit « normaux » à savoir les sols recouvrant les carneaux, et une zone pour les déblais dit pollués, recouverts par un film polyane et composés des maçonneries et sols d'assise des carneaux

- Résultats :
  - Sept prélèvements de sols ont été effectués par CERTA en fond de fouille après l'excavation des terres en contact avec des galeries et carneaux.
  - Les cinq analyses des échantillons T1, T2, T3, T5, T7 n'ont pas mis en évidence de contamination forte de ces prélèvements pour les principaux éléments Cu, Zn, As, Cd, Sn, Ba, Pb (rapport CERTA octobre 2001).
  - La station d'épuration a toutefois été implantée plus à l'ouest qu'initialement envisagé et six sondages à des fins géotechniques ont été entrepris en novembre 2001 dans l'emprise retenue.
  - Durant ce même mois de novembre 2001, ANTEA effectuait l'étape B d'une Evaluation Simplifiée des Risques (ESR) pour la parcelle C.
  - Les conclusions et recommandations formulées par ANTEA à l'issue de l'ESR en décembre ont été mises à profit pour la réalisation des travaux de construction de la station d'épuration

Remarque : on peut noter que l'ensemble de ces travaux de « dépollution » de la zone des carneaux bas particulièrement pollués n'a pas été encadré par un plan de gestion ou par un arrêté préfectoral.

6.3.2 Évaluation Simplifiée des Risques – ANTEA, 2001

- Contexte :
  - Par arrêté préfectoral complémentaire du 16 juin 1999, la Préfecture des Bouches du Rhône a demandé aux établissements LEGRE MANTE d'effectuer une Evaluation Simplifiée des Risques (ESR) de la parcelle accueillant l'usine en activité à cette époque.

- Programme d'investigation :
  - Les investigations de terrain ont porté sur :
    - 18 sondages à tarière, dont 6 couplés aux reconnaissances géotechniques, répartis sur l'ensemble du site excepté les zones non accessibles ou ne présentant pas de potentiel de pollution élevé (ancienne écurie, bureaux) ; soit 1 à 3 sondages par hangar en activité ou non ;
    - la sélection de 18 échantillons parmi ceux prélevés représentatifs des horizons traversés à l'échelle du site ;
  - Le programme d'analyse concerna :
    - le dosage des principaux métaux lourds identifiés par l'historique ;
    - l'analyse des cyanures libres dans les échantillons recueillis dans les sondages à proximité des bains de ferrocyanures ;
    - l'analyse des hydrocarbures totaux pour les prélèvements effectués dans la zone des anciennes cuves de fioul.
  - Les 18 sondages ont permis d'identifier globalement à l'échelle du site la nature des sols suivante :
    - un horizon argilo-sableux gris à roux voire noirâtre et substitué localement par des remblais de nature diverse (scorie, débris de démolition, etc.) ;
    - le substratum calcaire altéré en tête.

- Résultats :
  - La campagne de reconnaissance a permis de découvrir 3 zones et deux dépôts aux sols marqués par les métaux lourds et métalloïdes.
  - La première zone correspond à la partie est du site, prospectée par la série de sondages S1 à S8, qui fut exploitée pour la fabrication d'acide sulfurique et la fonderie de plomb. On y observe

des horizons de sols argilo-sableux riches en métaux lourds et ce de manière généralisée pour le plomb, et plus localement en moindre concentration, pour l'arsenic.
- Certains horizons de sols contiennent des éléments de scories (S1, S2, S8).
- Le talus 1 de près de 2000 m3, est constitué de gravats de démolition de l'ancienne fonderie et de l'usine d'acide sulfurique en mélange avec une matrice limoneuse beige. Cette dernière, qui à fait l'objet de l'analyse T1, intègre du plomb en concentration importante.
- Le talus T2 comprend les sols en place fortement marqués par la pollution métallique issus du carneau qu'ils soutiennent.
- La seconde zone se situe au cœur de l'usine alors en activité et correspond globalement à l'emprise des anciens fours à pyrites (S12 et S13). Elle comprend un remblai sableux gris à noir de plus d'un mètre d'épaisseur présentant un impact en plomb.
- Enfin la troisième zone est située en périphérie des cuves à fioul (S17 et S18). Les sondages y révèlent un remblai sablo-graveleux noir impacté par les hydrocarbures mais contenant du plomb et de l'arsenic.
- Les analyses des sols prélevés en périphérie des bains de ferrocyanures n'indiquent pas de présence de cyanures dans ces derniers

6.3.3 Diagnostic et Évaluation Détaillée des Risques complémentaires – APAVE, 2003

- Campagne d'investigation des sols :
  - Les résultats des analyses de qualification de la première couche de remblais (matériaux granulaires noirs) ont confirmé la présence de métaux et métalloïdes (arsenic, cuivre, plomb, zinc et cadmium) dans les nouveaux secteurs investigués (atelier de traitement du tartre, stockage actuel d'acide, proximité du poste gaz). Ils sont similaires à ceux mis en évidence par les études antérieures. Les concentrations en métaux et métalloïdes dépassent largement les valeurs guides admises (VDSS et VCI sensibles), justifiant ainsi la réalisation d'une évaluation détaillée des risques complémentaires.
  - Les investigations menées au niveau de l'ancienne installation de stockage de FOD indiquent que les sols de ce secteur sont peu vulnérables à une contamination par les hydrocarbures pétroliers. Le génie civil y est installé pratiquement à même le rocher franc (sans matériaux susceptibles de stocker des hydrocarbures en cas de fuite ou d'épandage). L'indice HCT montre seulement la présence de traces d'hydrocarbures.

6.3.4 Etude AirPACA - VALGO, 2017

Une étude a été réalisée afin de compléter la connaissance de la qualité de l'air dans le secteur de l'ancien site industriel de la Madrague (quartier de la Madrague de Montredon à Marseille). De juin à Octobre 2017, une campagne de mesures a été engagée par Air PACA et VALGO. L'objectif est, tout comme en 2003 dans le quartier de l'Escalette, d'évaluer l'impact du réenvol de poussières de la zone sur l'exposition des populations aux métaux avant d'éventuels travaux de dépollution.



Ces mesures, d'une durée de 3 mois, concernent les particules inhalables (PM10), les particules sédimentables et la contamination de ces particules par les métaux (dont antimoine, arsenic, cadmium, nickel et plomb). Elles ont pour objectif de permettre, en l'absence d'activité sur la zone d'intérêt, d'évaluer :

- les quantités de particules et de métaux inhalées par les populations dans ce secteur marqué par l'industrie ;
- les quantités de matières potentiellement contaminées, qui se déposent au sol et chez les riverains, susceptibles d'être ingérées par voie directe ou indirecte via le transfert dans la chaîne alimentaire.

Le protocole mis en œuvre, ainsi que les résultats de cette étude sont intégrés à l'IEM, dans le chapitre de présentation de la qualité des milieux (§13).

7. MISE EN PLACE DU SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION INITIAL

Le schéma conceptuel d'exposition, établi pour un aménagement du site donné, permet d'établir le lien entre trois facteurs D (Source / Danger) – T (Transfert) et C (Cible).

Selon le principe de l'évaluation des risques, le risque R est le résultat de l'existence de ces trois facteurs complémentaires. Dès lors qu'un de ces facteurs n'existe pas, le risque est absent.

Le schéma conceptuel d'exposition a pour but de mettre en exergue de manière qualitative (et non quantitative : objet d'une Evaluation des Risques Sanitaires) les risques potentiellement encourus par les occupants du site et le cas échéant par d'éventuelles cibles extérieures au site.

Le schéma conceptuel d'exposition permet ainsi de définir les milieux environnementaux sur lesquels doivent porter les investigations de terrain (analyses des milieux pertinents).

Sur la base des données historiques, des études réalisées sur le littoral et pour lesquelles nous avons pu disposer d'informations ainsi que des études en cours, nous proposons un schéma conceptuel d'exposition tenant compte des activités sur site mais également des activités potentiellement polluantes hors site. En effet au regard du passé industriel des Calanques, l'enjeu de l'étude sera, en parallèle de la problématique sanitaire, de distinguer l'impact du site de l'impact des activités externes. Il s'agit particulièrement :

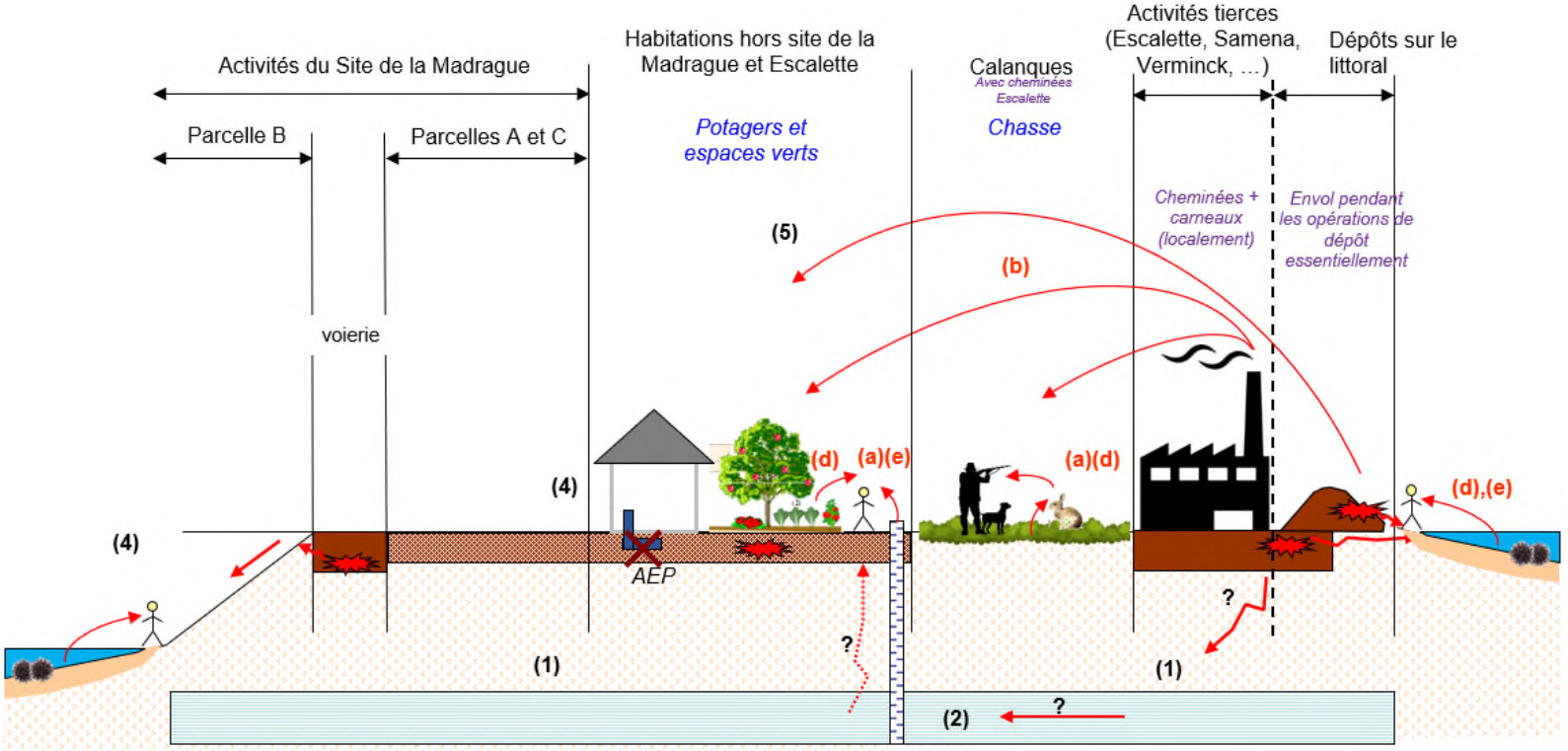
- De l'Escalette. En effet, il a été mis en évidence que ce site proche du Site de la Madrague a accueilli pendant plus de 20 ans, avant le début sur site des activités de Plomb avec des process et des systèmes de gestion des fumées simplifiés et que cette activité a perdurée jusqu'en 1924, soit sur une période totale de 73 ans.
- Des activités historiques de verrerie qui jouxtaient le site et qui ont perduré pendant 55 ans, sont également gardées en mémoire au regard de la présence d'une cheminée susceptible de générer un transfert chez les avoisinants, directement dans le périmètre d'étude du site.

Au regard de cette évolution des activités, nous proposons plusieurs schémas conceptuels reprenant l'évolution dans le temps des sources et voies de transfert (antérieur, contemporains et postérieur aux activités du site de la Madrague à l'étude).

Remarque : le sens d'écoulement des eaux figuré sur schéma est une simple représentation : le sens d'écoulement est dirigé vers la mer mais la représentation de 2 sites (Escalette et Site de la Madrague) sur le schéma nécessiterait de mettre 2 sens d'écoulements.

– SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION –

SITUATION PASSEE PENDANT LES ACTIVITES DE PLOMB ESCALETTE (1851 A 1873)



VOIES D'EXPOSITION :

- (a) Contact cutané et ingestion de sol
- (b) Inhalation de substances volatiles issues des sols
- (c) Inhalation de substances issues des eaux souterraines
- (d) Ingestion d'aliments contaminés
- (e) Ingestion d'eau contaminée / contact cutané

VOIES DE TRANSFERT :

- 1) Par infiltration dans les sols
- 2) Par transfert par les eaux souterraines
- 3) Par relation nappe-rivière
- 4) Par ruissellement
- 5) Par envol et retombées
- → Activités de traitement du Plomb

CIBLE :

- Population

SOURCE :

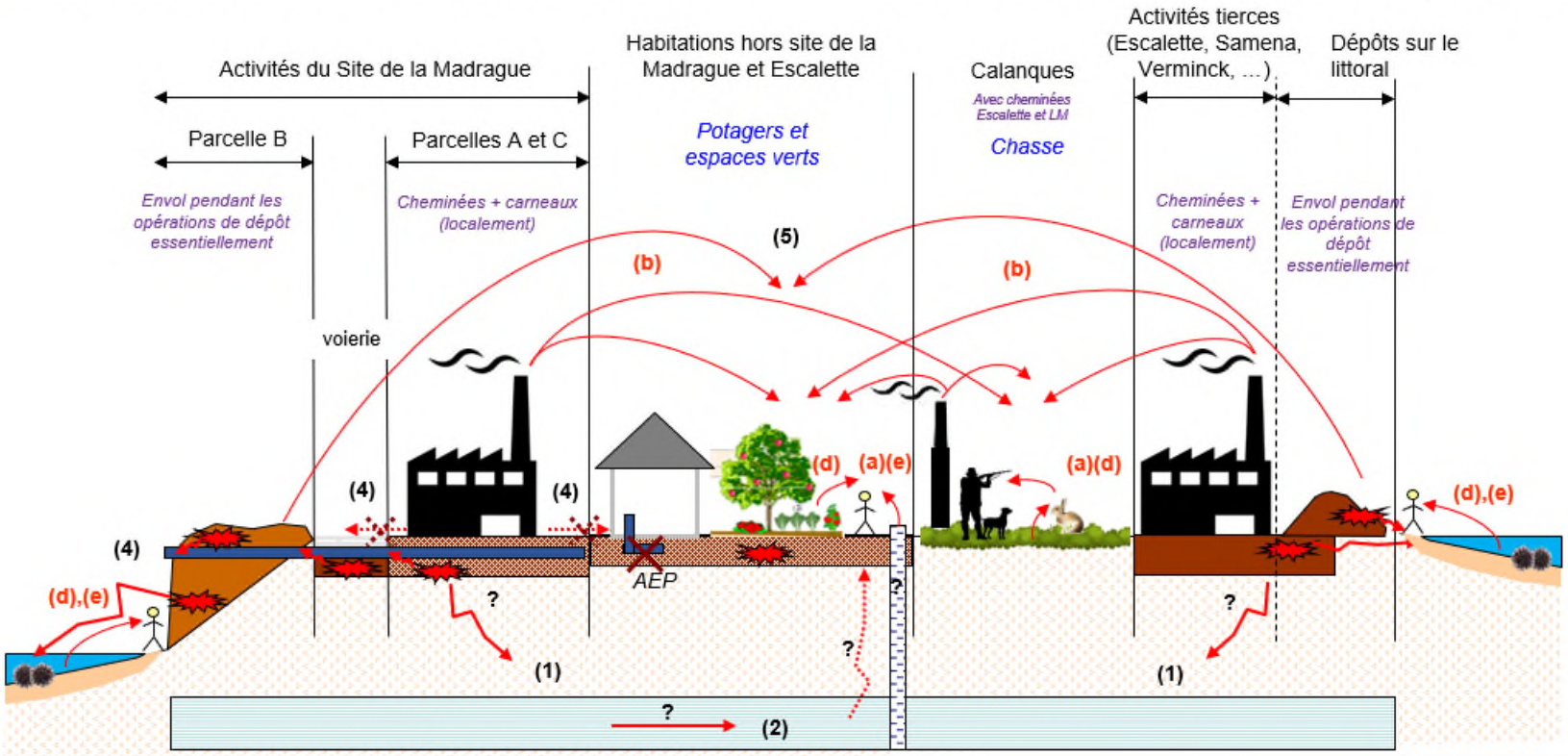
- Source potentielle secondaire de contamination
- Cas inexistant pour le site étudié
- Exposition limitée

AUTRES :

- Remblais au droit et origine Escalette
- Crassier de matériaux issus activités Site de la Madrague
- Remblais potentiels (jardins, ...) - origine potentielle Site de la Madrague, Escalette ou autres industries
- Terrain naturel (calcaire)
- Nappe d'eaux souterraines
- Captage d'eaux souterraines

– SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION –

SITUATION PASSEE PENDANT LES ACTIVITES DE PLOMB DU SITE DE LA MADRAGUE ET ESCALETTE (1873 A 1884)



VOIES D'EXPOSITION :

- (a) Contact cutané et ingestion de sol
- (b) Inhalation de substances volatiles issues des sols
- (c) Inhalation de substances issues des eaux souterraines
- (d) Ingestion d'aliments contaminés
- (e) Ingestion d'eau contaminée / contact cutané

VOIES DE TRANSFERT :

- 1) Par infiltration dans les sols
- 2) Par transfert par les eaux souterraines
- 3) Par relation nappe-rivière
- 4) Par ruissellement
- 5) Par envol et retombées
- → Activités de traitement du Plomb

CIBLE :

- Population

SOURCE :

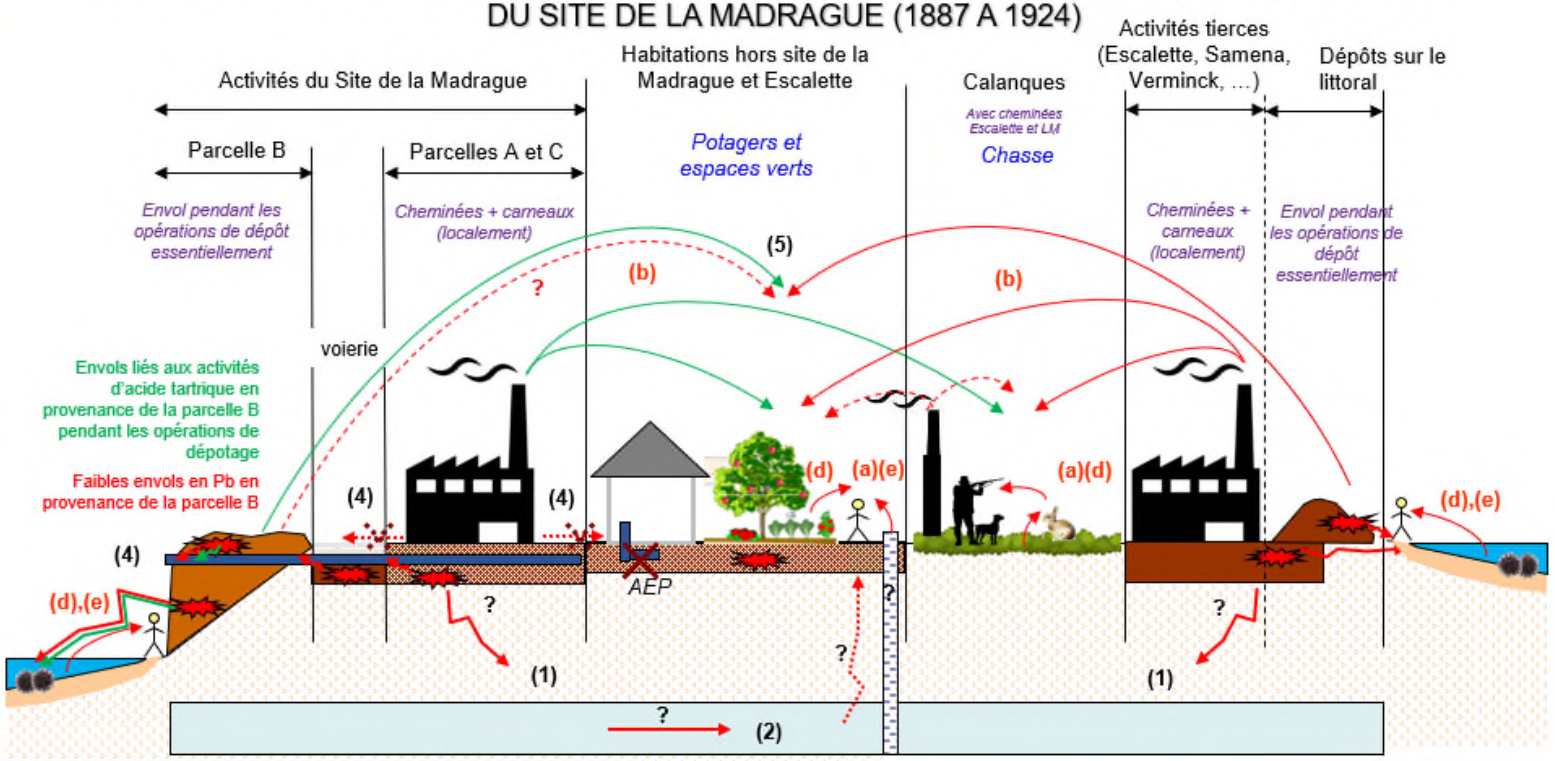
- Source potentielle secondaire de contamination
- Cas inexistant pour le site étudié
- Exposition limitée

AUTRES :

- Remblais au droit et origine Escalette
- Crassier de matériaux issus activités Site de la Madrague
- Remblais potentiels (jardins, ...) - origine potentielle Site de la Madrague, Escalette ou autres industries
- Terrain naturel (calcaire)
- Nappe d'eaux souterraines
- Captage d'eaux souterraines

– SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION –

SITUATION PASSEE PENDANT LES ACTIVITES DE PLOMB ESCALETTE ET ACIDE TARTRIQUE DU SITE DE LA MADRAGUE (1887 A 1924)



VOIES D'EXPOSITION :

- (a) Contact cutané et ingestion de sol
- (b) Inhalation de substances volatiles issues des sols
- (c) Inhalation de substances issues des eaux souterraines
- (d) Ingestion d'aliments contaminés
- (e) Ingestion d'eau contaminée / contact cutané

VOIES DE TRANSFERT :

- 1) Par infiltration dans les sols
- 2) Par transfert par les eaux souterraines
- 3) Par relation nappe-rivière
- 4) Par ruissellement
- 5) Par envol et retombées
- Activités de traitement du Plomb
- Activités de fabrication d'acide tartrique & d'acide sulfurique

CIBLE :

- Population

SOURCE :

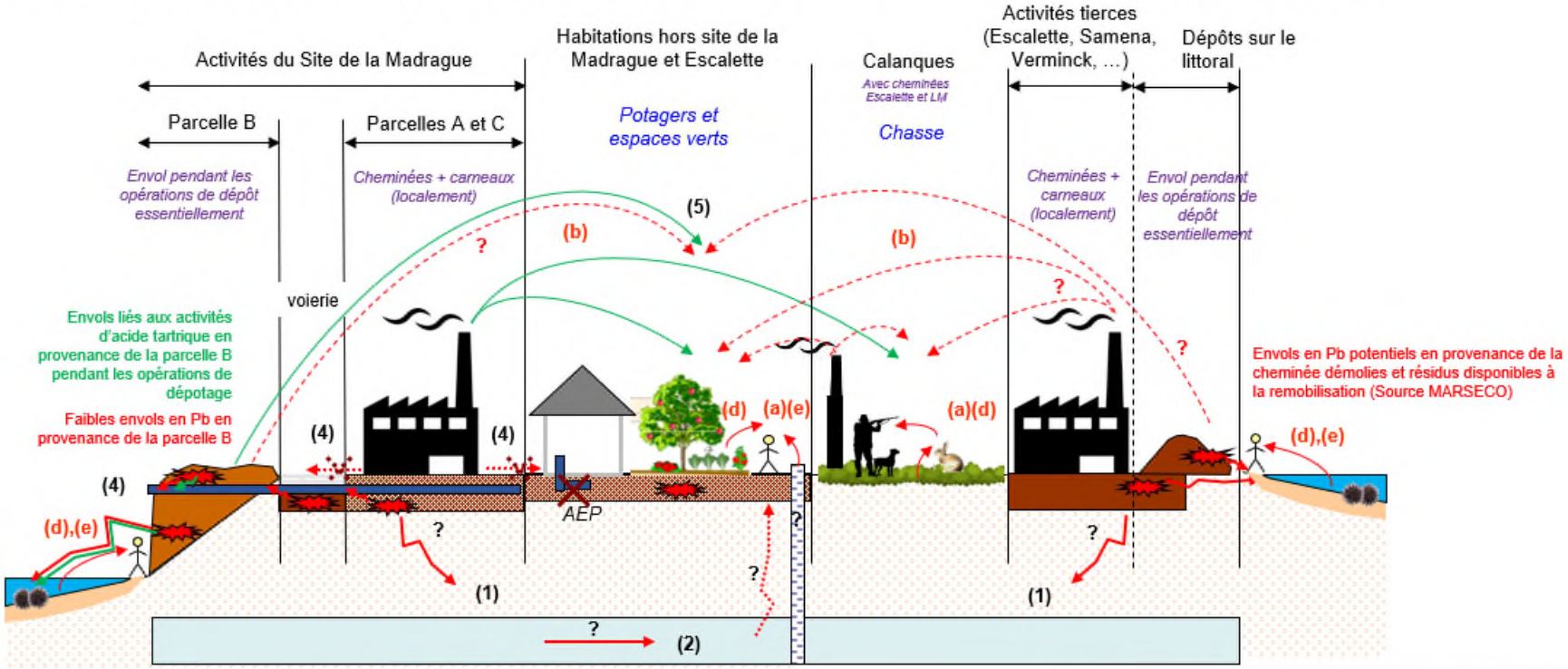
- Source potentielle secondaire de contamination
- Cas inexistant pour le site étudié
- Exposition limitée

AUTRES :

- Remblais au droit et origine Escalette
- Crassier de matériaux issus activités Site de la Madrague
- Remblais potentiels (jardins, …) - origine potentielle Site de la Madrague, Escalette ou autres industries
- Terrain naturel (calcaire)
- Nappe d'eaux souterraines
- Captage d'eaux souterraines

– SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION –

SITUATION PASSEE PENDANT LES ACTIVITES ACIDE TARTRIQUE DU SITE DE LA MADRAGUE (1924 A 2009)



VOIES D'EXPOSITION :

- (a) Contact cutané et ingestion de sol
- (b) Inhalation de substances volatiles issues des sols
- (c) Inhalation de substances issues des eaux souterraines
- (d) Ingestion d'aliments contaminés
- (e) Ingestion d'eau contaminée / contact cutané

VOIES DE TRANSFERT :

- 1) Par infiltration dans les sols
- 2) Par transfert par les eaux souterraines
- 3) Par relation nappe-rivière
- 4) Par ruissellement
- 5) Par envol et retombées
- → Activités de traitement du Plomb
- → Activités de fabrication d'acide tartrique & d'acide sulfurique

CIBLE :

- Population

SOURCE :

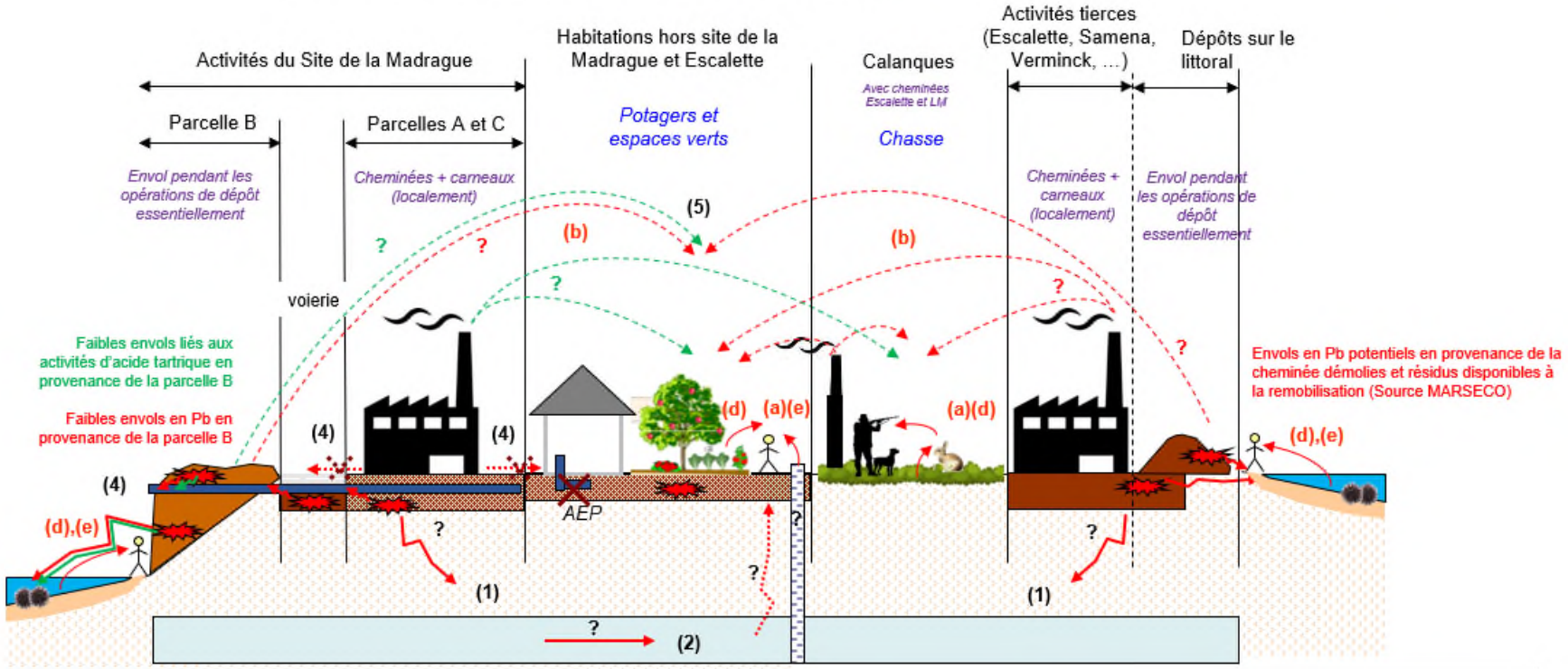
- Source potentielle secondaire de contamination
- Cas inexistant pour le site étudié
- Exposition limitée

AUTRES :

- Remblais au droit et origine Escalette
- Crassier de matériaux issus activités Site de la Madrague
- Remblais potentiels (jardins, …) - origine potentielle Site de la Madrague, Escalette ou autres industries
- Terrain naturel (calcaire)
- Nappe d'eaux souterraines
- Captage d'eaux souterraines

– SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION –

SITUATION ACTUELLE – FIN DES ACTIVITES (A PARTIR DE 2009)



VOIES D'EXPOSITION :

- (a) Contact cutané et ingestion de sol
- (b) Inhalation de substances volatiles issues des sols
- (c) Inhalation de substances issues des eaux souterraines
- (d) Ingestion d'aliments contaminés
- (e) Ingestion d'eau contaminée / contact cutané

VOIES DE TRANSFERT :

- 1) Par infiltration dans les sols
- 2) Par transfert par les eaux souterraines
- 3) Par relation nappe-rivière
- 4) Par ruissellement
- 5) Par envol et retombées
- Activités de traitement du Plomb
- Activités de fabrication d'acide tartrique & d'acide sulfurique

CIBLE :

- Population

SOURCE :

- Source potentielle secondaire de contamination
- Cas inexistant pour le site étudié
- Exposition limitée

AUTRES :

- Remblais au droit et origine Escalette
- Crassier de matériaux issus activités Site de la Madrague
- Remblais potentiels (jardins, …) - origine potentielle Site de la Madrague, Escalette ou autres industries
- Terrain naturel (calcaire)
- Nappe d'eaux souterraines
- Captage d'eaux souterraines

Tableau 10 : Pertinence des différentes voies d'expositions potentielles hors site

SECTEUR	ZONES POTENTIELLES D'EXPOSITION ET USAGE ACTUEL	PRINCIPAUX TRANSFERT(S) A ENVISAGER	PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION A ENVISAGER	PRINCIPALES CIBLES A PRENDRE EN COMPTE	MILIEUX CONTAMINES : POLLUANTS MAJORITAIRES RETENUS EN 1ERE APPROCHE
HORS SITE	Maisons d'habitation	Envol de poussière vers les sols voisins	Ingestion de sol et poussières / contact cutané	Risque potentiel Usagers des jardins voisins du site	**SOLS : ETM**
		Envol de poussière vers l'air ambiant	Inhalation de particules	Risque potentiel Riverains	**AIR : ETM**
		Du sol vers les végétaux	Ingestion d'aliments contaminés	Risque potentiel Usagers des jardins voisins du site avec potager / verger	**VEGETAUX : ETM**
		Du Sol vers les eaux souterraines : exposition directe	Ingestion d'eau contaminée – usage de puits privés	Sans objet *Pas de captage déclaré ou répertorié en aval hydraulique du site (secteurs 1 et 3)* *Les visites de terrain ont permis d'identifier 1 seul puits non utilisé en secteur 5 en latéral hydraulique*	**EAUX SOUTERRAINES : ETM, HCT, HAP, BTEX, PCB, CN** Les essais de lixiviation réalisés dans le cadre des études antérieures sur le Site de la Madrague montrent un potentiel intrinsèque d'émission faible
		Des eaux souterraines vers les aliments (irrigation des cultures et potagers, abreuvage des animaux d'élevage)	Ingestion d'aliments contaminés		
		Du sol ou des eaux souterraines vers l'Air ambiant des habitations et/ou bâtiments	Inhalation d'air pollué	Occupants des bâtiments voisins du site	Sans objet : les investigations des gaz du sol dans le cadre du plan de gestion sur le Site de la Madrague n'ont pas mis en évidence de teneurs en composés volatils incompatibles avec un usage résidentiel
		Du sol vers l'eau du robinet par perméation de composés volatils à travers les canalisations	Ingestion d'eau contaminée	Occupants des bâtiments voisins du site	Sans objet : absence de polluants volatils
	Parc des calanques (chasse, randonnée)	Envol de poussière vers les sols voisins	Ingestion de sol et poussières / contact cutané	Risque potentiel Tout public	**SOLS : ETM**
		Du sol vers les végétaux (plantes aromatiques) et la faune	Ingestion d'aliments contaminés	Risque potentiel Activités de chasse, cueillette et randonnée pratiquées dans les calanques	
	Mer	Des eaux souterraines vers la mer puis la faune marine	Ingestion d'aliments contaminés	Risque potentiel Activités de pêche pratiquées en mer bordant le site Baignade et activités de plaisance sur la plage (Plage cependant interdite à proximité de la parcelle B et interdiction de pêche et de consommation des fruits de mer sur toute la zone (*))	**EAUX SOUTERRAINES, SEDIMENTS, MATIERE VIVANTE : ETM, , HCT, HAP, BTEX, PCB, CN**

(*) C'est suite aux résultats de l'étude globale des risques sanitaires (2004-2005) réalisée par l'INVS (concernant en particulier les incidences du Plomb et de l'arsenic) qu'un communiqué de presse de la Préfecture daté du 13/07/2005 a interdit l'accès aux abords de la plage de Samena, ainsi que la pêche et la consommation des fruits de mer sur toute la zone (contamination des sédiments et de la matière vivante). Par ailleurs la plage sur la parcelle B est interdite.

8. STRATEGIE DES INVESTIGATIONS PROPOSEE

Nous notons en préambule que la présente IEM a pour objectif de statuer sur le risque lié aux sols de surface et ne s'intéressera donc pas à la problématique spécifique des remblais. Dans ce contexte et au regard du Chapitre 7 précédent et particulièrement des Schémas conceptuel d'exposition et du tableau de synthèse sur les voies d'exposition pertinentes, la stratégie d'investigations présentée dans le présent Chapitre ne vise pas à caractériser des horizons de remblais et particulièrement en nature de déchets de type mâchefer ou scories mais plutôt les sols de surface qui ont pu recevoir des retombées de poussières en provenance des cheminées pendant les activités historiques qui se sont succédées sur le littoral.

8.1 Présentation de la stratégie

Sur la base des schémas conceptuels présentés précédemment, au regard des objectifs de l'étude et en prenant en compte les résultats des investigations antérieures, la stratégie d'investigations suivante a été établie :

Localisation des investigations	Actions proposées par ERG ENVIRONNEMENT / Objectifs associés		
	Type de prestation (fouille, sondage, piézomètre, station de mesure,…)	**Type d'analyses**	**Commentaires - Objectifs**
Investigations des milieux « sols » au niveau de la source			
Sur Site de la Madrague	- sondages carottés sur la Parcelle B afin de disposer de la séquence lithologique intacte des déchets entreposés. La connaissance de cette séquence permettra de mieux orienter la campagne d'échantillonnage des matériaux. - sondages à la tarière mécanique sur la Parcelle B avec prélèvements sur différentes profondeurs dans l'objectif de disposer de la paragénèse métallique et de la signature isotopique Pb en fonction des périodes de dépôts et donc des périodes d'activités - Prélèvements d'encroutements dans les anciens carneaux primaires de refroidissement et la cheminée horizontale (signature fumés et impuretés) et dans la cheminée verticale du site	- Analyses Isotopiques Pb - Screening métaux traces - Recherche ponctuelle des dioxines et furanes *Analyses réalisées par le CNRS (CEREGE)*	Dans le cadre de cette démarche initiale, par soucis de complétude et afin de pouvoir discuter de l'origine des pollutions qui seront éventuellement enregistrées dans les sols dans le cadre des investigations hors site, il est prévu la réalisation de prélèvement de sols au droit du Site de la Madrague (particulièrement au droit de la parcelle B et dans les cheminées et carneaux) en vue de la réalisation d'analyses isotopiques du plomb et de larges screening métaux. Ces analyses directement au niveau de la source en ETM du Site de la Madrague permettront de disposer de la « carte d'identité » géochimique des sols impactés par les anciennes activités du Site de la Madrague et d'être en mesure le cas échéant de discuter certains impacts qui pourraient être mis en évidence hors site par une démarche de traçage de source. Le protocole scientifique proposé a été détaillé en concertation avec les équipes du CEREGE.
Investigations des milieux « sols » hors site			
Hors site : Jardins et espaces non revêtus	- prélèvements des sols de surface (5 à 20 premiers centimètres en fonction des usages (ex : de sols faisant l'objet d'un remaniement conduisant à leur homogénéisation superficielle comme dans des jardins potagers ou des sols agricoles) à la tarière manuelle pour analyse de sol superficiel dans les jardins et espaces non revêtus à usage sensibles environnants - prélèvements des sols de sub-surface (de 0.2 et jusqu'à 1 m) à la tarière manuelle pour analyse des sols sous-jacents ciblés sur les secteurs non recouverts et qui n'auraient fait l'objet que de peu de remaniement (TN) : analyses ultérieures en fonction des observations de terrain.	- 8ML sur sols - Cyanures (à proximité du crassier) - Analyses Isotopiques Pb + Screening métaux traces (dans une 2nde phase au niveau des échantillons les plus impactés en ETM et particulièrement en Pb) - Analyses biodisponibilité Pb, As et Cd (sélection des échantillons par gamme d'anomalies) *Analyses réalisées par EUROFINS et le CEREGE*	Afin de permettre une cartographie fine des métaux lourds dans les sols de surface des jardins et espaces non revêtus à usage sensibles environnants, des investigations selon une répartition homogène autour de l'ancien Site de la Madrague sont proposées. En effet, il est important de préciser que nous ne retenons volontairement pas dans le dimensionnement proposé de restriction géographique de la zone d'intervention en fonction des vents dominants, présentés en paragraphe 3.4. Cette démarche nous apparait scientifiquement critiquable et non adaptée au contexte historique des calanques sur plus de 122 ans d'activités et aux enjeux de cette étude.
Investigations du milieu « eaux souterraines »			
Hors site	- échantillonnage dans des puits privés (si trouvés)	- pack complet (HCT, HAP16, BTEX, PCB, Cyanures, screening métaux (8) *Analyses réalisées par EUROFINS*	La présence de circulations dans les sols de surface ne peut être exclue et ce sont ces circulations que d'éventuels puits privés seraient susceptibles de capter. Dans ce cadre du programme initial il était prévu dans le cadre de l'enquête de terrain de prendre connaissance auprès des riverains de la présence éventuelle de puits privé dans le périmètre de l'étude. **Dans le cadre de l'enquête de terrain, un seul puits privé a été identifié mais ne présente pas d'usage. Aucun captage n'a été identifié en aval hydraulique du site.** **Par conséquent aucune analyse n'a été réalisée sur les eaux souterraines.**

Localisation des investigations	Actions proposées par ERG ENVIRONNEMENT / Objectifs associés		
	Type de prestation (fouille, sondage, piézomètre, station de mesure,…)	**Type d'analyses**	**Commentaires - Objectifs**
Eau de consommation			
Hors site	- À ce stade, nous ne prévoyons pas de réaliser des investigations de terrain chez les riverains sur les eaux du robinet. Les polluants traceurs de l'activité du site correspondent en effet aux ETM qui n'ont pas de propriété de transfert dans les canalisations AEP, contrairement aux polluants organiques		
Investigations sur le milieu « poussières »			
Hors site	- Compte tenu de l'existence d'une étude en cours par AirPaca traitant des particules inhalables (PM10) et des poussières sédimentables dans le secteur d'influence des vents dominants par rapport aux parcelles B et C du Site de la Madrague, il a été jugé pertinent dans un premier temps d'utiliser les résultats de l'étude Air Paca afin de traiter de ce milieu dans le cadre de la présente IEM. - Des analyses complémentaires sur les prélèvements Air Paca pourront éventuellement être réalisées (de type paragénèse métaux complémentaires, voire analyses isotopique Pb en fonction de la robustesse des résultats précédemment obtenus sur les sols. Ces analyses pourront être réalisées uniquement dans la limite de la transmission par Air Paca d'échantillons exploitables. **Air PACA n'a pas été en mesure de nous fournir des échantillons pour analyses complémentaires. Seuls les résultats issus de leur étude sont donc utilisés dans la présente IEM.**		
Investigations sur le milieu « air »			
Hors site	- Les investigations au droit du site n'ayant pas mis en évidence de problématique liée à la présence de composés volatils dans les gaz du sol, le risque de transfert vers les gaz du sol puis l'air intérieur des habitations riveraines peut être exclu. Il n'est par conséquent pas prévu de prélèvements de gaz du sol ou d'air intérieur chez les riverains.		
Investigations des milieux marins : « sédiments », « eau de mer » et « faune marine »			
Hors site	- stations de prélèvement des sédiments - stations de prélèvement d'eau de mer - stations de prélèvement d'échantillons de matière vivante (oursins) *Il n'est pas prévu à ce stade de réaliser des prélèvements pour analyse de bioindicateur de la flore locale, ce milieu n'étant usuellement pas échantillonné pour des analyses de la qualité chimique (observation de l'évolution du milieu).*	Sédiments et eau de mer / pack complet (HCT, HAP16, BTEX, Cyanures, screening métaux (8)) Oursins / screening métaux (12) *Analyses réalisées par EUROFINS*	Le protocole que nous proposons de mettre en œuvre a été élaboré en tenant compte des contraintes intrinsèques du secteur, selon notre retour d'expérience et celui de notre sous-traitant local spécialisé sur les milieux littoraux et marins.

Des analyses des eaux superficielles et sédiments (canal de Marseille et bassins du site) ont été réalisées en complément du programme initial (cf. §11).

8.2 Isotopie du Plomb

8.2.1 Principe d'étude

La contamination en métaux lourds des milieux en contact avec l'Homme est caractérisée par la mesure directe de leurs concentrations exprimées en quantité de l'élément toxique par unité de masse (cas des sols, sédiments) ou de volume (cas des fluides gazeux ou liquides).

L'ampleur de la contamination est établie par la comparaison de ces concentrations avec celles d'une fraction non contaminée du milieu étudié. Toutefois, dans le cas de plusieurs sources de contamination il est difficile, voire impossible de déterminer l'origine de la contamination. L'analyse isotopique du plomb permet dans la majorité des sites étudiés, de distinguer l'empreinte spécifique de chaque activité polluante, et ainsi de caractériser leurs contributions respectives à la contamination du site.

Cette approche s'est révélée particulièrement efficace dans le cas de contaminations au plomb (mais pas seulement puisque cet élément est présent à l'état de traces dans la quasi-totalité des émissions industrielles communes) pour lesquelles il est possible de distinguer les différentes contributions polluantes des apports naturelles. Cette spécificité est basée sur les signatures isotopiques différentes des diverses mines métalliques (Pb, Cd, Cu, Zn, Sn...) dont sont issus les minerais utilisés dans l'industrie. De surcroît, la fourniture de lingots de plomb d'origine géographiques différentes (et donc possédant une empreinte différente) au cours du temps pour une activité industrielle locale procure un traceur temporel qui permet d'identifier et de caractériser l'évolution de ses émissions pendant sa période d'activité.

Cette méthode a été notamment appliquée avec succès dans la région PACA (Etang de Berre, décharge d'Entressen par exemple) par les équipes du CEREGE.

8.2.2 Méthode

Le plomb (Pb) possède quatre isotopes stables : les plombs de masse 204, 206, 207 et 208, dont les trois derniers sont radiogéniques, c'est-à-dire produits ultimes des chaînes naturelles de désintégration des isotopes radioactifs 238U (période de 4,49.109 ans), 235U (période de 0,71.109 ans) et 232Th (période de 13,9.109 ans).

Les variations des rapports isotopiques du plomb (en particulier 206Pb/207Pb et 208Pb/206Pb) révèlent l'empreinte spécifique des minerais dont sont issus les particules contaminées accumulées dans les sols.

Ces rapports sont différents de ceux du plomb présent naturellement dans les sols et issu de l'érosion minérale. Dans le cas précis du plomb, nous pouvons ainsi distinguer les contaminations provenant de sources variées industrielles (cimenteries, métallurgie des métaux non-ferreux, sidérurgie...) et environnementales (combustion essences et charbon, peintures, engrais...) susceptibles d'affecter les sols urbains.

Ces analyses sont réalisées au CEREGE par la dernière génération de spectromètres de masse multi-collection haute résolution couplé à une torche plasma (MC ICP-MS) sur Neptune Plus (ThermoFisher Scientific). L'analyse comprend la mesure des rapports isotopiques des plombs de masse 204, 206, 207, 208 (la mesure simultanée des rapports étant plus précise que celle des abondances absolues de ces isotopes, la somme desquels constituant la quantité totale de plomb habituellement caractérisée par la mesure de concentration).

8.3 Paragénèse

La paragénèse correspond à l'association de minéraux dans une roche donnée, présentant une communauté d'origine, et résultant de processus géologique et géochimiques donnés.

Pour établir la « carte d'identité » des sols étudiés, correspondant à leur signature géochimique pouvant être assimilée à une paragénèse des sols, des analyses de screening comprenant 45 métaux ont été réalisées.

Ces analyses ont été réalisées par le CEREGE de manière à obtenir des limites de quantification suffisamment basses permettant de quantifier même les éléments présents de manière très minoritaire, à l'état de traces. Ceci est nécessaire pour obtenir une signature géochimique spécifique des sols.

8.4 Bioaccessibilité

8.4.1 Notion de bioaccessibilité / biodisponibilité

La fraction bioaccessible, ou bioaccessibilité orale absolue d'un polluant présent dans une matrice (ex : nourriture, sol, eau etc.), est définie comme la fraction de ce polluant qui est extraite de cette matrice, et mise en solution par la salive et par les fluides digestifs, dans le tractus gastro-intestinal. Elle reflète la dose maximale d'un contaminant disponible à l'absorption (fraction dissoute) en incluant tous les procédés physiques, chimiques et microbiologiques du corps humain, du broyage dans la bouche à la précipitation dans l'intestin.

La fraction biodisponible, ou biodisponibilité orale absolue d'un polluant présent dans une matrice (ex : nourriture, sol, eau etc.), est la fraction de ce polluant qui atteint la circulation sanguine (circulation systémique).

Ainsi, la biodisponibilité résulte de trois phénomènes successifs :
- la dissolution de la substance dans la salive, les sucs stomacaux et intestinaux (correspondant à la fraction bioaccessible),
- l'absorption à travers l'épithélium intestinal,
- la métabolisation hépatique.

Les essais de bioaccessibilité ont pour objectif de mimer la première étape, soit la dissolution de la substance étudiée dans le tractus digestif.
Ces essais sont réalisés par des méthodes in-vitro de simulation de la digestion gastro-intestinale en routine, plus rapides et moins couteuses que les tests in-vivo.

La bioaccessibilité est influencée par[29] :
- les caractéristiques physico-chimiques du sol : teneur et composition en matière organique et granulométrie notamment,
- la nature des composés : dégré de chloration pour les PCDD, nombre de cycles de composés pour les HAP par exemple.

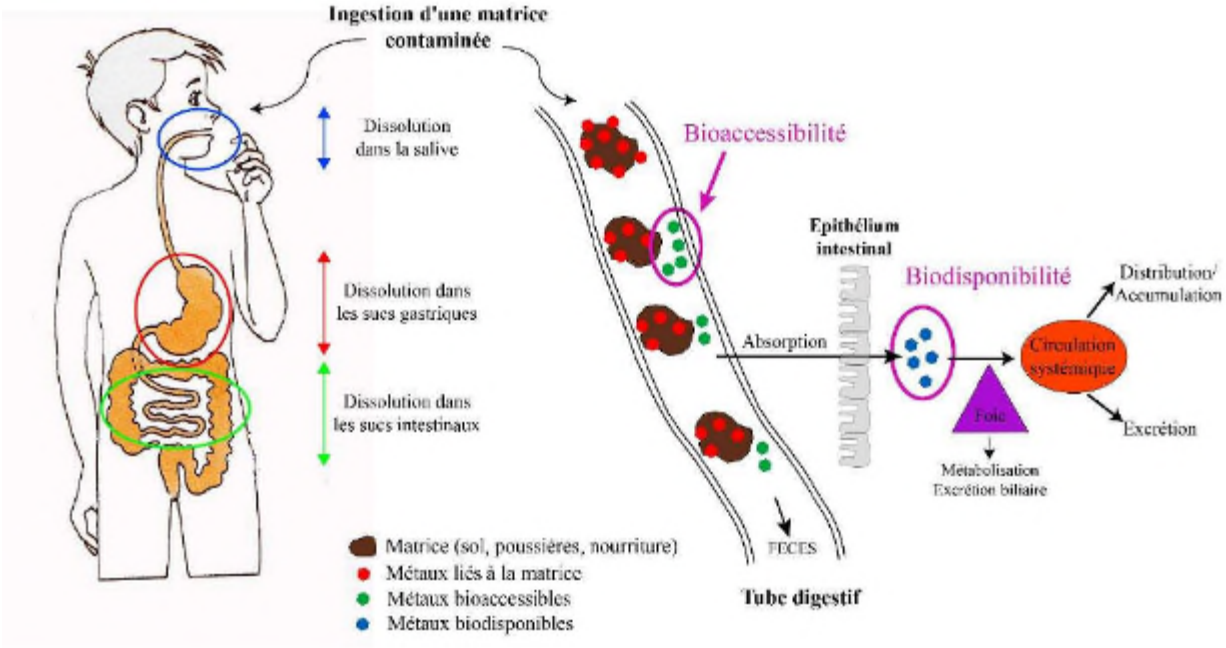


Figure 33 : représentation schématique des phénomènes de bioaccessibilité et biodisponibilté

[29] Voir Bulletin de veille scientifique n°32 de l'ANSES, octobre 2017

La bioaccessibilité d'un contaminant dans les sols varie selon l'élément trace considéré et dépend de sa mobilité et de son piégeage dans ce compartiment.
Ainsi les facteurs influençant leurs bioaccessibilités gastrique et intestinale d'un contaminant sont liés aux caractéristiques physico-chimiques du sol et à la spéciation du contaminant.
L'intégration de la bioaccessibilité peut être envisagée pour affiner l'exposition aux contaminants contenus dans les sols, afin d'apprécier les risques sanitaires de manière plus réalistes et propres au site étudié.
Il est donc essentiel de réaliser des tests de bioaccessibilité spécifiques au site pour obtenir des données réelles car les données bibliographiques ne correspondent pas au même type de sol et ne peuvent donc être extrapolées à tous les sites.

8.4.2 Principe d'un test de bioaccessibilité

Le principe des tests de bioaccessibilité *in vitro* est de mimer les conditions physiologiques se déroulant dans le corps humain, en particulier chez les enfants considérés comme la population potentiellement la plus exposée, lors de l'ingestion de sols contaminés et des processus digestifs.
Le sol potentiellement contaminé, après préparation est mis en contact avec des solutions digestives représentatives des différents segments (salive, estomac, intestin), aux pH physiologiques et sous agitation à 37°C.

Le test UBM simule des conditions *a jeun,* souvent reconnues, comme les plus conservatoires pour l'étude de la bioaccessibilité des éléments inorganiques (dissolution plus importante aux pH plus faibles rencontrés *a jeun).* A noter que toutefois, des bioaccessibilités plus élevées ont été observées en présence de nourriture, y compris pour des contaminants inorganiques (RECORD, 2011).

Au cours du test, des échantillons sont prélevés après les différentes étapes de digestion mises en œuvre (sauf après la phase salivaire) afin d'évaluer une bioaccessibilité stomacale (ou gastrique) et une bioaccessibilité intestinale (ou gastro-intestinale).
Les extraits ainsi obtenus sont analysés par ICP-AES. Les résultats issus des tests *in vitro* sont exprimés comme étant la fraction bioaccessible ou la bioaccessibilité en % selon l'équation :
FAB ou Bioaccessibilité (%) = ([Elément] bioaccessible / [Elément] total) X 100
[Elément] bioaccessible = concentration en élément ou substance extraite après la phase stomacale ou intestinale
[Elément] total = concentration en élément ou substance présente initialement dans le sol

8.4.3 Protocole UBM

Le protocole du test UBM est décrit et téléchargeable à l'adresse suivante :
http ://www.bgs.ac.uk/barge/docs/BARGE_UBM_DEC_2010.pdf (INERIS, BARGE, 2010).

Deux sous-échantillons sont constitués et traités afin de déterminer la bioaccessibilité gastrique et la bioaccessibilité gastrointestinale.

Pour chaque phase, des duplicats (des échantillons, blancs, sols et formes de référence) sont réalisés.
La réalisation du protocole UBM pour sol(s) et forme de référence permet de s'assurer du bon déroulement de la procédure.

Le sol de référence utilisé dans la présente étude est le sol « BGS 102 » du British Geological Survey, pour lequel il existe des valeurs certifiées.

9. CARACTÉRISATION DU MILIEU « SOLS » AU NIVEAU DES SOURCES

Ce paragraphe vise à caractériser les niveaux de concentration au niveau des installations retenues comme source de pollution au droit du site.

Concernant les sources extérieures (Escalette, Samena Verminck, …), la signature chimique ne pourra pas être déterminée. Ce sont majoritairement des données bibliographiques qui ont pu être exploitées pour le site de l'Escalette (cf. 9.5 et 10.10.2) pour mettre en perspective les résultats obtenus sur le milieu sol hors site.

9.1 Investigations mises en œuvre

Les sources sur site considérées dans le cadre de la présente étude ayant pu ou pouvant générer un impact des sols hors site par envol de poussière sont, comme retranscrit dans les SCE, les suivantes :

- La dernière cheminée verticale sur site (les autres cheminées sur site ayant été démolies),
- La cheminée rampante et son exutoire vertical,
- Le crassier présent sur la parcelle B : le flanc sur mer et la surface peu végétalisée présentent une taille « fraiche » pouvant générer des poussières.

Les investigations de caractérisation des sources ont visé à réaliser des prélèvements les plus représentatifs possible pour caractériser géochimiquement ces sources, afin d'étudier leur contribution dans les différents impacts qui seraient mis en évidence dans les investigations hors site.

Compte tenu de fortes teneurs attendues (cf étude ANTEA) et de l'aspect confiné de la zone d'intervention, les opérateurs ont été équipés de masques à cartouches ABEK-Hg-P3 et des combinaisons ont été portées en permanence lors des interventions dans les cheminées.

Des masques à poussière de « type P3 » ont été portés lors des investigations réalisées sur le crassier.

- **Cheminée verticale sur site :**

La cheminée verticale d'une hauteur avoisinant les 40 m est constituée de briques. La base d'emprise rectangulaire à murs larges se resserre vers 2 m de hauteur par rapport au sol.

La seule entrée de la cheminée sur site est présentée à la photographie n°1 ci-après. Une galerie part du bas de la cheminée vers les bâtis, à l'opposé de l'entrée, probablement en direction du four.

Beaucoup de végétaux et de fientes d'oiseaux sont présents au sol à l'intérieur de la cheminée. Un ou des nid(s) d'oiseaux semble(nt) présent(s) au sommet de la cheminée.

Les photographies n°2 et n°3 mettent en évidence peu d'encroutement dans cette cheminée. Le mortier liant les briques est très induré, aucun prélèvement n'a pu être réalisé.

Un prélèvement a été réalisé au moyen d'une pelle de jardinage en inox par raclage des parois sur une superficie adaptée de manière à obtenir une quantité suffisante de matière pour analyse. La photographie n°4 présente l'échantillon d'encroutement prélevé. Une très faible quantité a pu être prélevée et une fraction non négligeable de matrice « brique » fait partie de l'échantillon.

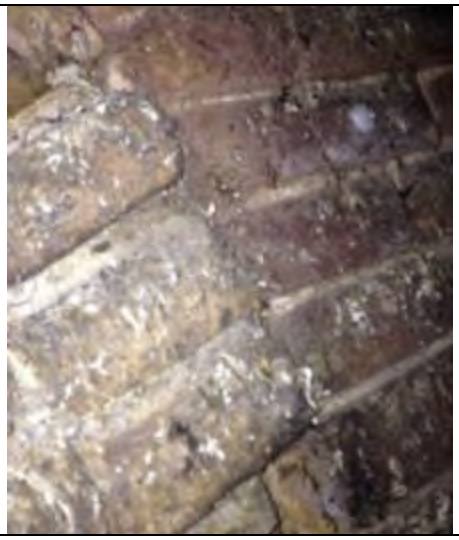
	
Entrée de la cheminée	Mur intérieur de la cheminée
	
Mur intérieur de la cheminée – Peu d'encroutements	Prélèvement réalisé – Peu de matière

Figure 34: Reportage photographique des investigations réalisées - cheminée verticale sur site

- **Cheminée rampante :**

Afin de conserver une cohérence avec les études antérieures et de pouvoir comparer les résultats entre eux, le protocole mis en œuvre par ANTEA en 2001 a été repris pour la présente campagne.

La cheminée rampante a été découpée en 5 zones et chacune de ces zones a fait l'objet d'un prélèvement de sol, d'encroutement et de mortier.

Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'une pelle de jardinage en inox. Au total, 6 échantillons de sol, mortier et d'encroutement ont été réalisés.

Les prélèvements des encroutements ont été réalisés par raclage des parois sur une superficie adaptée de manière à obtenir une quantité suffisante de matière pour analyse (375 ml). Ainsi les échantillons constitués correspondent au composite de 2 à 5 prélèvements unitaires sur toute la hauteur de la paroi.

La figure suivante présente la définition des zones de la cheminée rampante ainsi que la localisation des prélèvements réalisés lors de cette campagne.

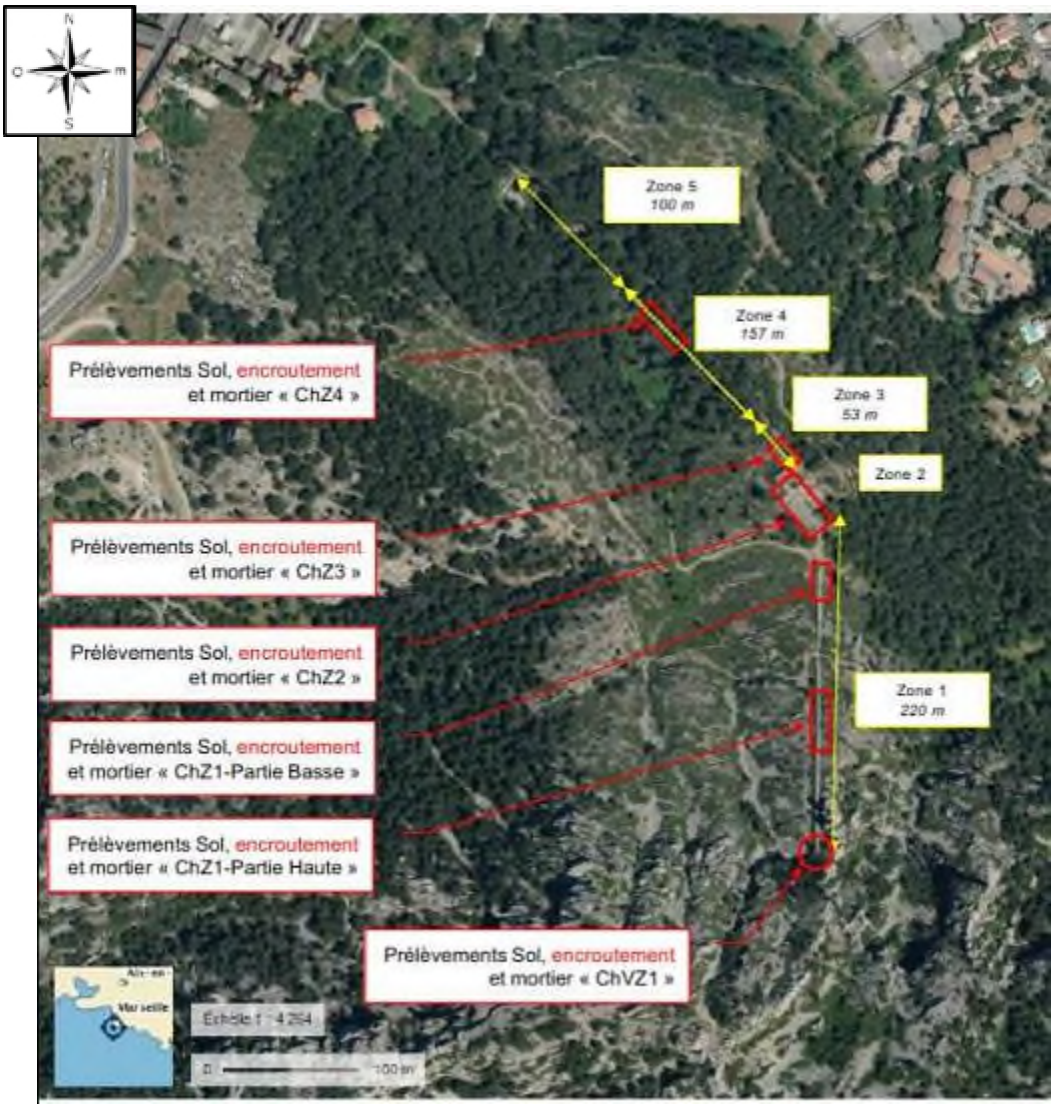


Figure 35: Plan de localisation des prélèvements réalisés – Cheminée rampante

Nota : comme le met en évidence le plan de localisation des prélèvements réalisés au niveau de la cheminée rampante, les prélèvements sur les secteurs référencés « Z2 », « Z1 » et « VZ1 » sont des prélèvements hors site : la SFPTM n'est effectivement pas propriétaire de ces parcelles qui appartiennent à M Jacques MARGNAT et au Parc des Calanques.

		
Prélèvement de sol réalisé	Prélèvement d'encroutements	Mortier - Vue de détail
		
Z1 partie haute sol compact faisant penser à une dalle	Sol Z1 partie basse	Z4
		
Encroutements - vues de détail		Encroutements Z1 partie basse

Figure 36: Reportage photographique des investigations réalisées - cheminée rampante

Un chemin coupe la cheminée à hauteur de la maison de maître. Au nord du chemin, la cheminée « plonge » en oblique à environ 45° jusqu'à la plateforme industrielle. Au sud du chemin, celle-ci est située au niveau du sol et rampe de manière rectiligne vers le massif. Les deux ouvertures de la cheminée au niveau du chemin sont actuellement murées.

La partie nord, vers la plateforme industrielle, semble reposer sur une assise en brique. La partie sud semble composée de deux niveaux distincts.

Les recherches historiques n'ont pas permis de retrouver de plan précisant la géométrie de cette chambre haute.



Figure 37 : Cheminée rampante partie nord avec assise en brique



Figure 38 : Cheminée rampante partie sud constituée de deux niveaux

Plus au sud, la cheminée est recoupée par le canal de Marseille provenant du sud. Les deux ouvertures de la cheminée au niveau du canal sont actuellement murées. Il semblerait que le tracé du canal (déjà existant en 1885 – cf. Figure 11) ait évolué et que la cheminée ait été démolie lors de la modification plus récente du tracé.



Figure 39 : Intersection de la cheminée par le Canal de Marseille

Aucune entrée permettant le prélèvement de sol, de mortier et d'encroutement n'a été trouvée au niveau de la zone 5.

La zone 4 présente un long linéaire en pente douce dans une zone fortement boisée. Seul un accès a permis l'entrée dans la cheminée afin de réaliser des prélèvements. Cette ouverture est maçonnée, il ne s'agit pas d'effondrement de la structure.

La zone 3 est fortement pentue dans une zone boisée. L'accès ayant permis les prélèvements est situé à proximité des carnaux hauts via une ouverture grillagée. Cette ouverture correspond à une démolition partielle des carnaux. Une dalle semble présente au niveau du sol.

L'emprise foncière du site est limitée au sud par la zone 2. Les tronçons linéaires dénommés « zones 5 à 3 » font partie du domaine SFPT, tandis que la zone 2 (correspondant aux Carnaux hauts) et la zone 1 ne font pas partie du domaine.

La zone 2 correspond aux carnaux hauts. Les prélèvements ont été répartis sur la totalité de la zone. Les encroutements observés sont de nature variée : dépôts mousseux ou taches sur matrices composant les carnaux.

La zone 1 comporte deux parties distinctes : le tronçon linéaire en forte pente qui part des carnaux hauts et monte dans le massif jusqu'à l'exutoire vertical d'une dizaine de mètres.

Le tronçon rampant comporte une ouverture démolie au niveau des carnaux hauts et une ouverture maçonnée d'environ 1 m par 0.5 m située à 6 m en aval de la partie verticale et trois ouvertures sur le « toit » d'un diamètre moyen de 0.5 m.

Au niveau de l'ouverture maçonnée, les parois sont recouvertes d'encroutement et le sol présentant des blocs calcaires effondrés présente une couche de sables noires et quelques morceaux de briques. Une dalle est présente au niveau du sol.

Au niveau de l'ouverture démolie proche des carnaux hauts les blocs calcaires à proximité semblent teintés de gris. Les parois sont recouvertes d'encroutements.

Cette partie démolie (cf Figure 40) rend accessible au vent les dépôts fortement contaminées déposées sur les parois de la cheminée au cours de l'activité industrielle passée. Ce secteur peut ainsi être considéré comme une source encore active pour l'envol des poussières contrairement à toutes les autres zones de la cheminée pour lesquelles les encroutements sont confinés.

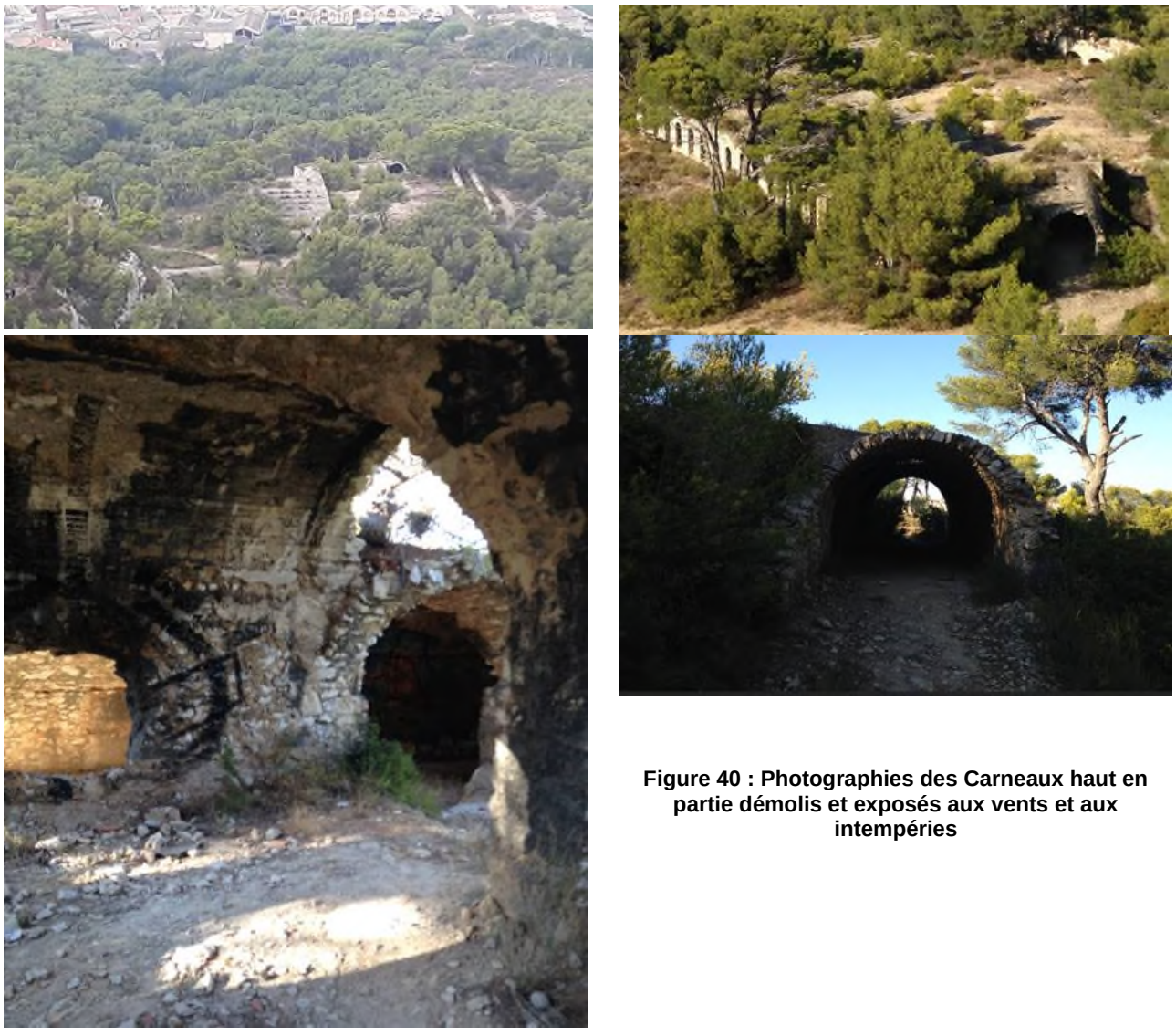


Figure 40 : Photographies des Carneaux haut en partie démolis et exposés aux vents et aux intempéries

Aucune circulation d'eau n'a été observée sur la totalité de la cheminée.

- **Parcelle B : Crassier :**

Deux campagnes de caractérisation du crassier ont eu lieu :

- La première reposant sur 2 sondages destructifs réalisés à la tarière mécanique (SD-IEM 1 et 2) ainsi qu'un sondage carotté de reconnaissance lithologique (SC-IEM 1).
- La seconde, à vocation géotechnique, reposant sur 7 sondages carottés de reconnaissance lithologique (SC-IEM2 à 8) réalisés dans le cadre de l'étude géotechnique G5 réalisée par ERG Géotechnique et référencée 17MG570Aa/GE/DJ. *(Deux sondages à la pelle mécanique et un sondage pressiométrique ont aussi été réalisés dans le cadre de cette étude géotechnique, mais ne sont pas exploités dans le cadre de la présente mission).*

Ces deux campagnes ont pour objectifs d'une part de caractériser géochimiquement les matériaux stockés au fil du temps sur la parcelle B (caractérisation de la source dans la démarche d'IEM) et d'autre part, de définir la répartition, le volume et la nature des déchets stockés (qui alimenteront le plan de gestion sur site ultérieur).

La première campagne a eu lieu du 18 au 26 septembre 2017 et la seconde campagne a été réalisée du 18 décembre au 21 décembre 2017 puis du 11 janvier au 19 janvier 2018 par des équipes de forage ERG suivie par des ingénieurs ERG ENVIRONNEMENT.

Les sondages ont été poussés jusqu'à des profondeurs comprises entre 11.2 et 21.3 m par rapport au niveau de surface actuelle de la parcelle B.

Le plan de localisation des investigations réalisées est présenté à la figure page suivante.

Les prélèvements ont été effectués selon les bases de la norme NF ISO 10381 et des préconisations des normes d'échantillonnage des sols pollués en vigueur. Au niveau de chaque sondage, les prélèvements de sol ont été réalisés en tenant principalement compte des mesures PID et des observations de terrain (lithologie, couleur).

Un prélèvement de sol est réalisé par couche lithologique rencontrée, sauf lors d'observations organoleptiques franches. Les échantillons ont été confectionnés à partir des prélèvements réalisés sur un même horizon. Les échantillons ainsi obtenus sont représentatifs des matériaux rencontrés sur toute l'épaisseur investiguée. Entre chaque sondage, les outils sont soigneusement nettoyés afin d'éviter toute contamination croisée.

Chaque sondage de sol effectué a fait l'objet d'une coupe lithologique, d'un relevé des observations organoleptiques (couleur et aspect) des matériaux rencontrés et d'un prélèvement de sol caractéristique. Ces documents sont présentés en **annexe A4.1.**

Les prélèvements ont été conditionnés dans des pots à usage unique, fermés de manière hermétique. Ils sont conservés dans des conditions adéquates de température et de luminosité.

Le transfert des échantillons a été effectué en 24 h vers le laboratoire EUROFINS possédant une accréditation du COFRAC.

Les investigations de terrain ont été réalisées par ERG suivant les normes en vigueur :

- Norme **AFNOR NF X 31-620** « Qualité du sol – Prestations de service relatives aux sites et sols pollués »,
- Norme **AFNOR NF X 31-008** « Echantillonnage de sols potentiellement pollués »,
- Norme **NF ISO 10381-21** « Procédure d'investigation des sols contaminés ».
- Prescriptions du « **Guide méthodologique d'évaluation des sites (potentiellement) pollués** » du Ministère chargé de l'environnement.

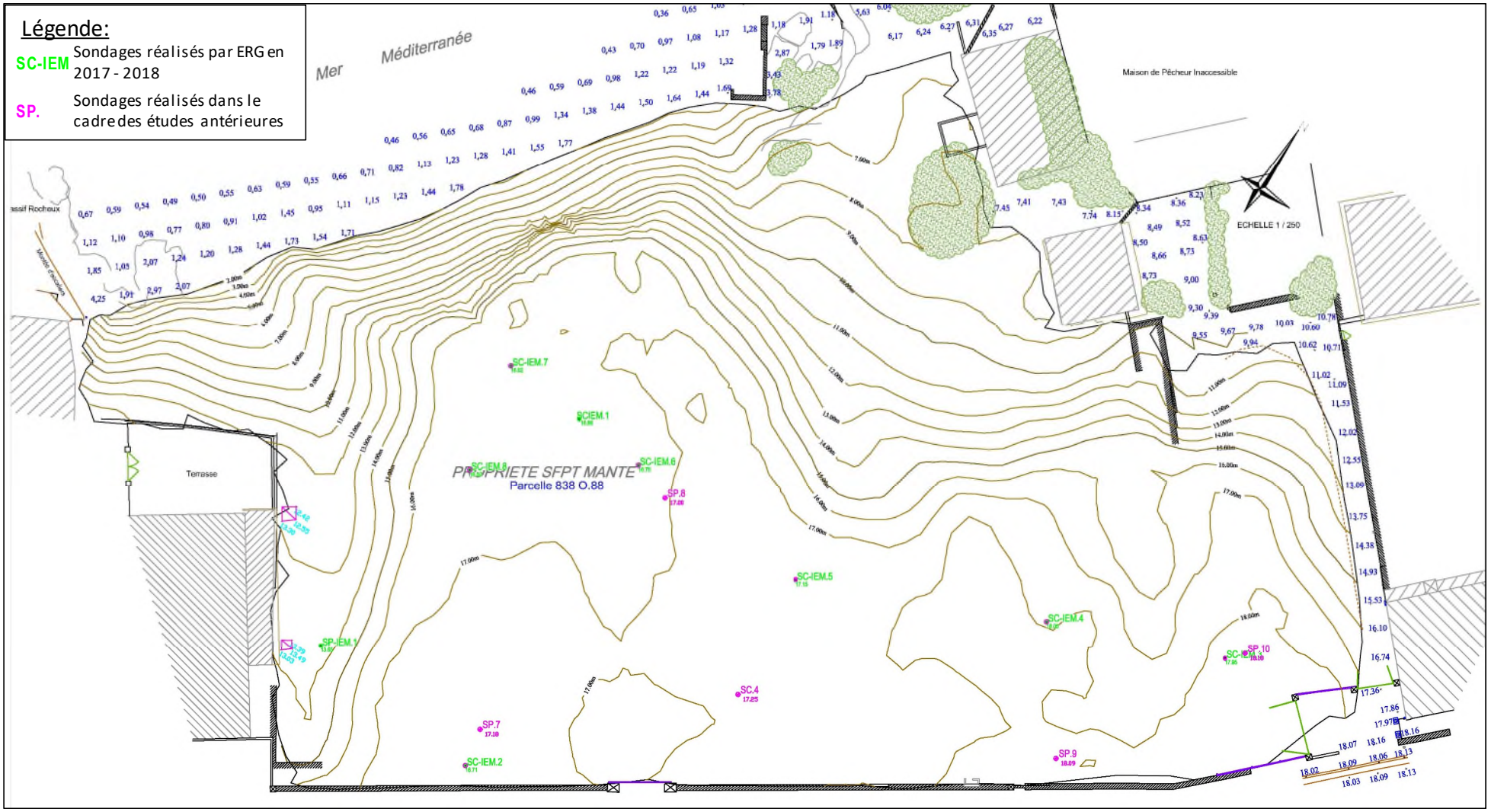


Figure 41: Plan de localisation des investigations réalisées sur le crassier

9.2 Compte-rendu de terrain

- **Cheminée verticale sur site :**

La cheminée verticale sur site a fait l'objet d'un unique prélèvement dans lequel beaucoup de matériel constitutif de la brique semble présent. Cette information est à considérer lors des interprétations car les micro-constituants de la brique et certains métaux peuvent être liés à la brique.

Les investigations se sont déroulées le 13 octobre 2017 et le compte rendu de terrain établi à l'issu des investigations sur la cheminée verticale sur site est synthétisé dans le tableau suivant :

Secteur	Zone	Remarque de terrain / commentaires	Nom du prélèvement
Parcelle C	Cheminée verticale sur site	Cheminée verticale au droit de la parcelle C accessible par une porte - Prélèvement d'encroutement sur les parois Très peu de matière	ChSite Encroutement

- **Cheminée rampante :**

La cheminée rampante a fait l'objet de 5 prélèvements de sols, d'encroutements et de mortiers.

Les caractéristiques des encroutements (couleurs, textures, aspects, proportions) varient selon la localisation. Certaines zones présentaient des encroutements mousseux noirs tandis que d'autres zones présentaient seulement des traces sans matières.

La proportion de mortier dans les prélèvements d'encroutements est variable et dépend de la friabilité locale du mortier. Cette information est à considérer lors des interprétations. *(En effet, le mortier constitué de sable peut biaiser la valeur de l'analyse en Silicium dans un encroutement par exemple.)*

Seuls les sols prélevés au droit de la zone 3 de la cheminée rampante ont révélé une très faible valeur PID, non significative (0.3 ppm). La totalité des autres prélèvements ont mis en évidence des valeurs de mesures PID nulles indiquant l'absence de composés volatils.

Les investigations se sont déroulées le 10 octobre 2017 et le compte rendu de terrain établi à l'issu des investigations sur la cheminée rampante est synthétisé dans le tableau suivant :

Secteur	Zone	Remarque de terrain / commentaires	Nom du prélèvement
CHEMINEE RAMPANTE	Zone 5 - localisée depuis la limite Sud de la parcelle C sur un linéaire de 100 m Secteur Muré à ce jour et non accessible pour des prélèvements	Non accessible	
	Zone 4 - localisée dans le prolongement de la Zone 5 en direction des carneaux	Amas de bulles mousseuses d'aspect sableuses et noires très friables	ChZ4-Encroutements
		Sables très fins ocres assez cohésifs avec résidus d'encroutements	ChZ4-Sol
		Sables beiges ocres moyens indurés et cailloutis noirs (env 3% diam 4 mm) dans la matrice	ChZ4-Mortier
	Zone 3 - localisée dans le prolongement de la Zone 4 en direction des carneaux	Encroutements noirs très bourgeonnants et légèrement friables	ChZ3-Encroutement
		Sables bruns à ocres très cohésifs avec nombreux déchets (blocs tombés du mur, morceaux de végétation et encroutements) PID = 0,3 ppm	ChZ3-Sol
		Sables moyens beiges indurés	ChZ3-Mortier
	Zone 2 - Carneaux Hauts	Pellicule noire sableuse soit sous forme de plaque soit sous forme mousseuse (une zone cristallisée grise à blanche brillante - type sel - non prélevée)	ChZ2-Encroutement
		Sables très fins beiges à ocres avec présence de fragments d'encroutements	ChZ2-Sol
		Sables moyens beiges à ocre	ChZ2-Mortier
	Zone 1 - Secteur de la cheminée horizontale entre les carneaux hauts et la cheminée verticale hors site Partie basse au nord du grillage gris	Pellicule noire sableuse soit sous forme de bulles mousseuses	ChZ1-Encroutement
		Sables fins beiges à gris noir par endroit avec quelques cailloutis	ChZ1-Sol
		Sables beiges parfois ocres orangés moyens friables sous forme d'agglomérats	ChZ1-Mortier
	Zone 1 - Secteur de la cheminée horizontale entre les carneaux hauts et la cheminée verticale Partie haute au sud du grillage gris hors site	Plaques noires avec petites billes sableuses se décrochant facilement en plaque	ChZ1PH-Encroutement
		Sables fins noirs à gris beiges	ChZ1PH-Sol
		Sables moyens beiges à blancs très friables	ChZ1PH-Mortier
	Zone 1 - Cheminée Verticale hors site	Encroutements très disloqués noir à gris bourgeonnants assez durs Présence de zones sans encroutement - altération pluie possible	ChVZ1-Encroutement
		Sables fins noirs à gris beiges Présence d'un feu de bois au sol et de déchets divers	ChVZ1-Sol
		Sables beiges avec cailloutis difficilement friables	ChVZ1-Mortier

XXX : Secteurs et zones de prélèvements inscrit dans le périmètre du site XXX : Secteur et zones de prélèvements hors périmètre du site

- **Parcelle B : Crassier :**

  Description lithologique et caractérisation visuelle des matériaux :

Les grandes familles de matériaux mises en évidence au droit du crassier sont :

- Des remblais de démolition sablo-limoneux à cailloutis calcaires et déchets ou débris anthropiques (plastiques, béton, enrobé, verres, briques, etc),
- Des remblais de nature chimique sablo-limoneux avec des zones carbonatées blanchâtres présentant localement des coloration vertes ou lit de vin et des fragments gris bleuté,
- Des remblais d'origine industrielle métallique caractérisés par des scories plus ou moins grosses dans une matrice sableuse noire, des fragments verts à noir vitreux et des fragments métalliques fondus,
- Du terrain naturel de type sablo-gréseux présentant des cailloutis calcaires,
- Le substratum calcaire sain ou fracturé

A noter que les horizons de terrain naturel sont potentiellement remaniés localement. La présence occasionnelle de débris anthropiques dans ces horizons indique de possibles terrassements ou modifications du profil d'une ancienne crique afin d'accueillir les futurs déchets constitutifs du crassier.

Les coupes lithologiques des 11 sondages réalisés sont présentées en **annexe A4.1**.

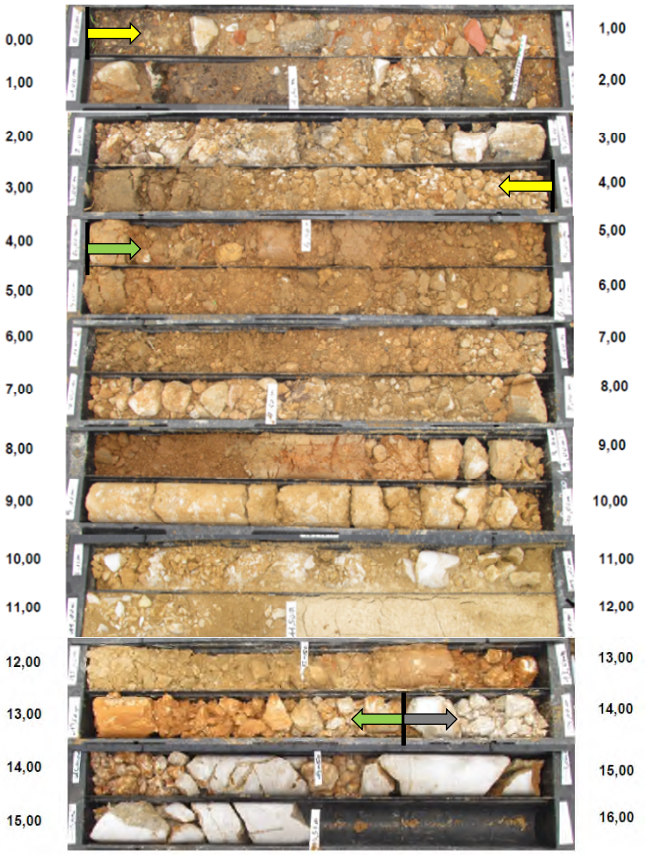
Des prélèvements de sols pour analyses au laboratoire ont été réalisés dans les différents horizons afin de connaitre la qualité des différents matériaux et de s'assurer que l'horizon de terrain naturel meuble séparant les remblais du substratum calcaire présente pas d'impact notable en métaux lourds. Le détail des investigations et analyses réalisées est présentés aux paragraphes 9.3 et 9.4.

La figure page suivante présente les coupes du sondage carotté SC-IEM 4 (implanté en partie est) et des sondages carottés SC-IEM1 et SC-IEM 7 (implantés en partie ouest) pour lesquels la visualisation de la succession lithologique, met en exergue une répartition latérale très variable de la nature et des proportions des matériaux présents au droit du crassier.

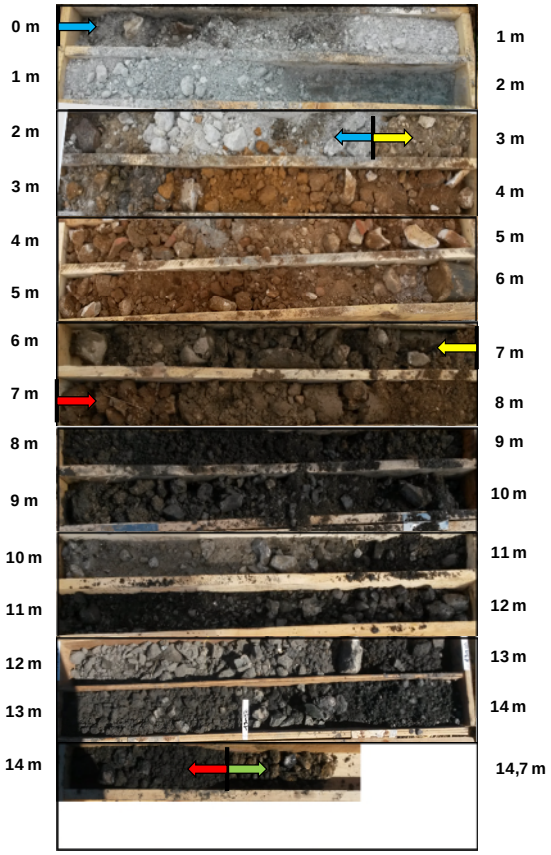
L'étude des matériaux constitutifs du crassier a mis en évidence des successions de couches d'épaisseurs variables.

De manière simplifiée, on peut retenir que la partie est (SC-IEM5, 4 et 3) est caractérisée par des remblais démolition surmontant du terrain naturel de type sablo-gréseux puis calcaire. Tandis que la partie ouest (SCI-IEM6, 7 et 8) se singularise par la présence de remblais démolition, puis de remblais industriels métalliques surmontant du terrain naturel.

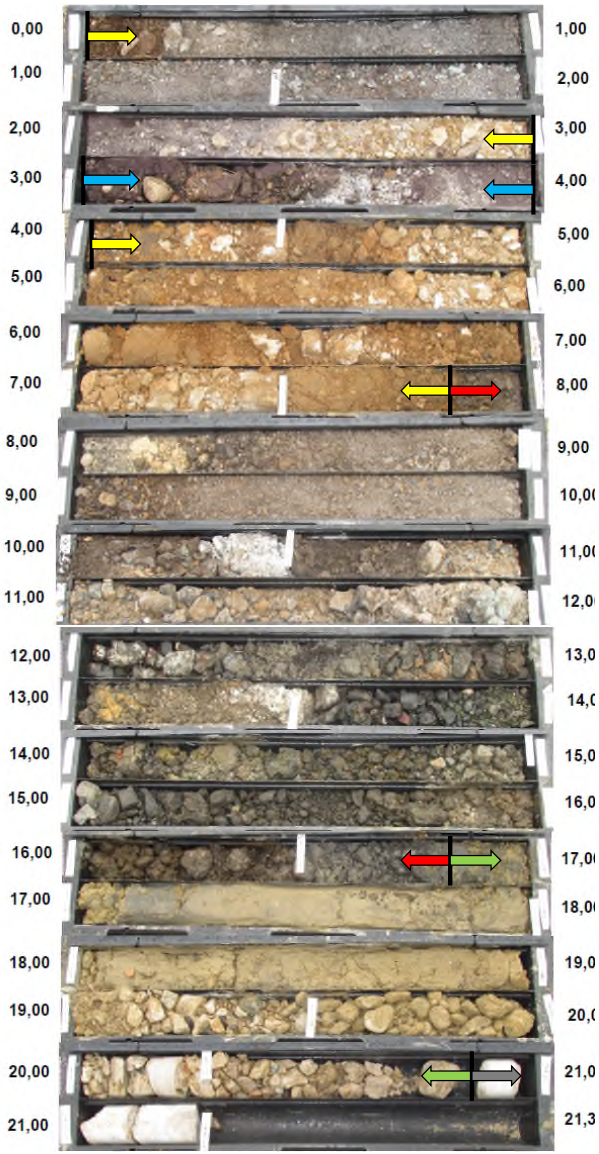
SC-IEM 4



SC-IEM 1



SC-IEM 7



Légende:

- Remblais de démolition
- Remblais industriels chimiques mélangés à des remblais de démolition
- Remblais industriels métalliques
- Horizon compris entre les remblais et le calcaire
- Atteinte du calcaire

Ces matériaux ou déchets présents en proportions variables et souvent mélangés reposent sur une formation de calcaire (altéré en surface) présente à une altimétrie variant entre -4 et +8 m NGF.

La profondeur du toit du terrain naturel en partie remanié est comprise entre 0 et +11 m NGF.

Le tableau suivant synthétise les données de terrain relatives aux profondeurs d'atteintes des différents types de matériaux au droit de la totalité des sondages réalisés.

Attention : les profondeurs sont exprimées en m par rapport à la surface du terrain lors de la réalisation des investigations. Ces données ont été traduites en cotes NGF pour le travail en 3D.

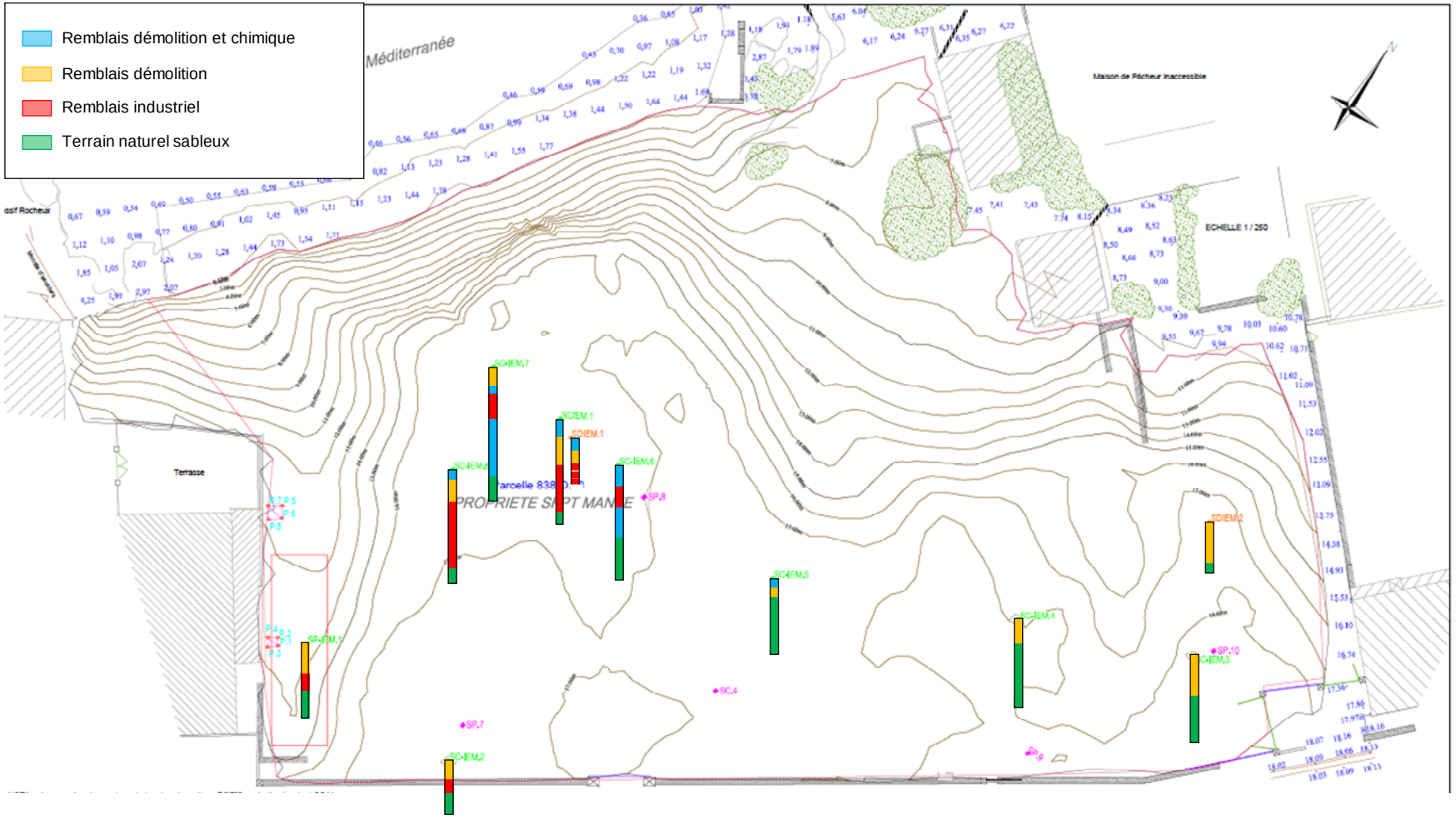
Origine	Z NGF	Longueur totale	Nom du sondage	Profondeur des remblais de démolition		Profondeur des remblais de démolition et chimique		Profondeur des remblais industriels métalliques		Profondeur de l'horizon compris entre remblais et calcaire		Profondeur du calcaire sain
				de	à	de	à	de	à	de	à	
ERG ENVIRONNEMENT et ERG GEOTECHNIQUE	13.65	19	SP IEM 1	0	5	-	-	5	7,5	7,5	11,8	11,8
	16.86	15,7	SC IEM 1	2,8	7	0	2,8	7	14,2	14,2	inconnue	inconnue
	16.71	11,2	SC IEM 2	0	3,1	-	-	3,1	5,1	5,1	8,5	8,5
	17.92	16	SC IEM 3	0	6,4	-	-	-	-	6,4	14,3	14,3
	18.05	15,5	SC IEM 4	0	4	-	-	-	-	4	13,7	13,7
	17.15	14,2	SC IEM 5	1,3	2,9	0	1,3	-	-	2,9	11,7	11,7
	16.75	20	SC IEM 6	-	-	0 puis de 6,4	3,2 à 11	3,2	6,4	11	17,7	17,7
	16.82	21,3	SC IEM 7	0 puis de 4	3 à 7,9	3	4	7,9	16,8	16,8	20,8	20,8
	16.5	20,4	SC IEM 8	1,5	5,1	0	1,5	5,1	15,4	15,4	17,7	17,7
	-	12	SD IEM 1	2	8	0	2	8	> 12	inconnue	inconnue	inconnue
	-	8	SD IEM 2	0	6,5	-	-	-	-	6,5	8	8

XXX : Sondages réalisés sur le Secteur Ouest de la parcelle B

XXX : Sondages réalisés sur le Secteur Est de la parcelle B

La figure suivante présente les coupes pour chacun des sondages réalisés et exploitables.

Les remblais industriels sont observés sur des épaisseurs variables au niveau du plateau ouest et sont absents des logs sur le plateau est.



Un modèle 3D du crassier a été établie sur la base des données suivantes :

- Levé topographique du site réalisé par le cabinet GESUD et transmis par le Maitre d'ouvrage,
- Données de terrain acquises par ERG lors des différentes campagnes,
- Données récupérées dans les études antérieures (si exploitables).

Pour ce faire, 4 couches ont été créées correspondant aux niveaux suivants :

- Topographie actuelle correspondant au toit des remblais de démolition-chimie,
- Base des remblais de démolition-chimie,
- Base des remblais industriels,
- Base de l'horizon sablo-gréseux.

Toutes les données exploitables des investigations réalisées ont été prises en considération pour créer le modèle. Aussi, les données de chaque coupe de sondage représentent une contrainte locale pour chacune des couches de matériaux concernées.

Pour établir le modèle, il a été considéré un niveau topographique similaire entre les différentes campagnes réalisées.

Les hypothèses retenues pour extrapoler les différents horizons sont :

- Un niveau de calcaire fixé à -4 m NGF en limite nord correspondant à la cote minimale d'atteinte du calcaire observée au droit de SC IEM 7 et extrapolée linéairement vers le nord en l'absence de donnée,
- Un niveau du toit du calcaire défini localement à 8 m NGF en limite sud au niveau de la route retenu sur la base des données de sondages.
- Un niveau du toit des terrain sablo gréseux à 0 m NGF en limite nord correspondant à la plage et à 4 m au-dessus du toit des calcaires pour les zones sans données.
- Un niveau du toit des remblais industriels similaire à la base des remblais de démolition-chimie et similaire au toit du terrain sablo-gréseux pour les sondages n'ayant pas révélé de déchets industriels et valable pour l'extrapolation en dehors des points de sondage.
- Les cotes des toits des horizons calcaires, sables gréseux et remblais industriels ont été contraints à 0.9 m de profondeur (soit 17.19 m NGF) au niveau du sondage SP9 proche de la route.

A noter que les données des études antérieures ne sont pas toutes exploitables et que la distinction de nature des différents matériaux rencontrés ne permet pas de dissocier les différents horizons de manière fiable. De ce fait, pour la modélisation de l'horizon de « terrain naturel meuble », seules les données des sondages réalisées par ERG ont été prises en compte.

La définition de la nature des différents déchets est basée sur les observations de terrain lithologiques et organoleptiques ainsi que sur les données analytiques.

Des simplifications ont dû être faites afin de conserver une cohérence dans les horizons définis. Par exemple, la présence de quelques scories dans l'horizon de remblais de démolition / chimique ne sera pas prise en compte ou inversement la présence de quelques matériaux d'aspect poudreux chimique ne sera pas retenue dans l'horizon de terrains industriels métalliques.

Par ailleurs, les horizons de remblais de démolition et les horizons de remblais industriels chimiques ont été regroupés dans une même unité du fait de nombreux recoupement des horizons sur les coupes réalisées (cf Tableau ci-dessus).

On rappelle que l'établissement d'un modèle 3D du crassier par extrapolation de données issues de 9 sondages présente de très nombreuses incertitudes du fait de la faible quantité de données fiables, de la configuration géologique initiale inconnue, de la grande hétérogénéité des matériaux mis en place et du mode de déversement mis en œuvre lors du comblement de la calanque.

Les photographies aériennes anciennes ont été consultées mais n'ont pas permis d'affiner le modèle.

On rappelle que cette modélisation a été réalisée en utilisant certaines hypothèses qui entrainent une incertitude sur la modélisation réalisée et donc sur le volume estimé.

COVADIS

COUPE AA'



Figure 42: Coupe transversale du crassier

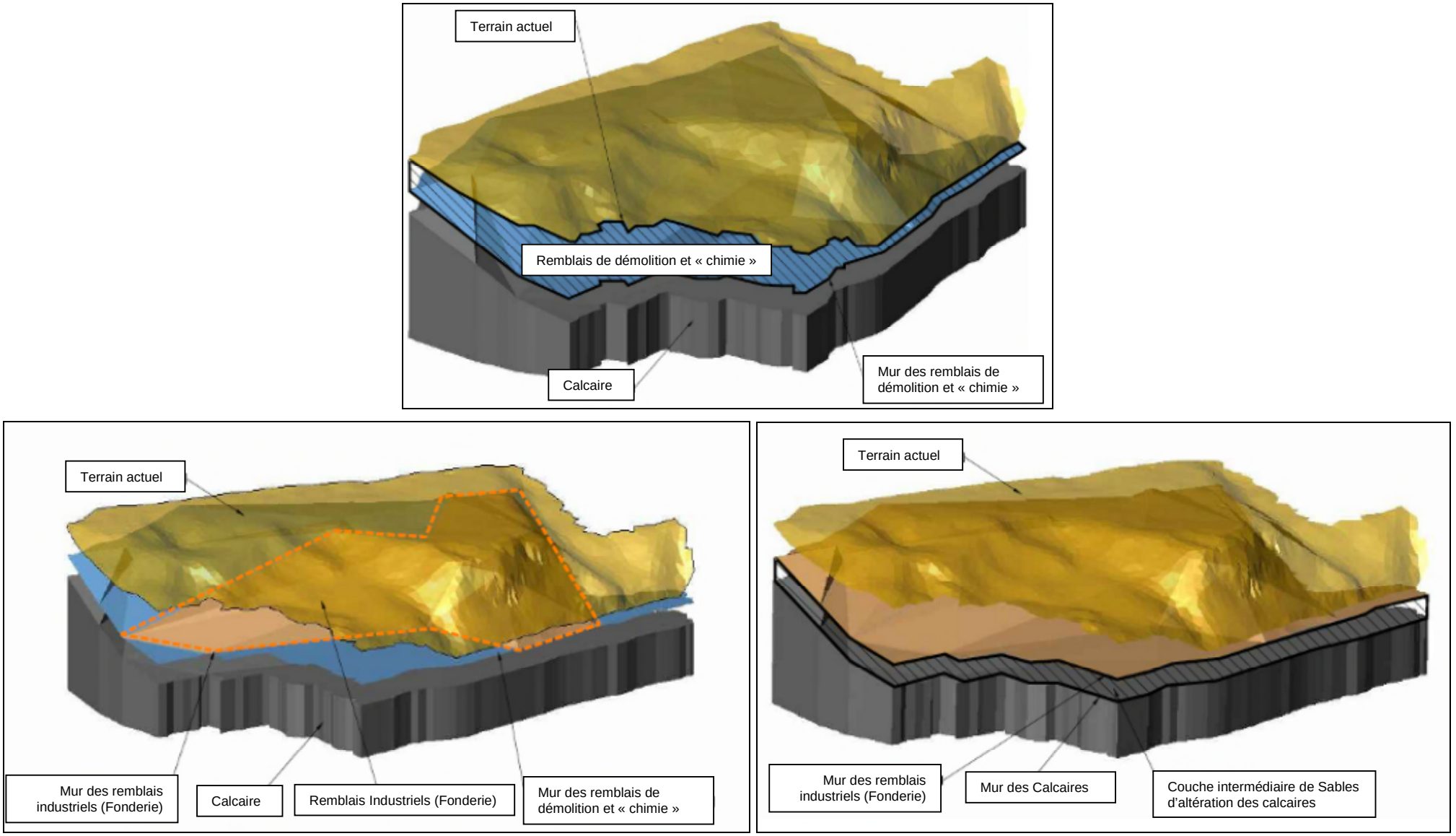


Figure 43: Modèle 3D du crassier

Sur la base de cette modélisation, le volume de remblais contenu dans le crassier a été estimé à environ 41 600 m^3. On rappelle que cette modélisation a été réalisée en utilisant certaines hypothèses qui entrainent une incertitude sur la modélisation réalisée et donc sur le volume estimé.

- Investigations des matériaux pour analyses chimiques :

Le tableau suivant synthétise le compte rendu de terrain établi à l'issu de la 1ère phase d'investigations.

Tableau 11 - Caractéristiques des investigations environnementales sur la totalité des matériaux

Zone	Sondage		Remarque de terrain / commentaires	Prélèvement	Nature des matériaux investigués
	Nom	Profondeur (m)		(Profondeur en m)	
Plateaux de stockage Ouest (2000 m²)	SD-IEM1	12	Matériaux blancs à gris crayeux très friables sans grains	SD-IEM1 (0-1 m)	Remblais de démolition et chimique
			Matériaux gris plus foncé friables à clastes blancs (d<5mm)	SD-IEM1 (1-2 m)	
			Limons sableux bruns avec quelques mâchefers Sables très fins légèrement argileux ocres à fragments calcaires (d<8cm) Sables fins à très fins marron noirs à fragments calcaires (d<5cm) avec quelques résidus de combustion - très peu de remonté	SD-IEM1 (2-3 m)	Remblais de démolition
				SD-IEM1 (3-4 m)	
				SD-IEM1 (4-5)	
			Sables fins à très fins marron noirs à fragments calcaires (d<5cm) avec quelques résidus de combustion - très peu de remonté	SD-IEM1 (5-6 m)	
			Sables fins à très fins marron à noirs à fragments calcaire très peu de remonté	SD-IEM1 (6-7 m)	
			Sables fins bruns à noirs présence de blocs calcaires blancs très peu de remonté	SD-IEM1 (7-8 m)	
			Sables bruns à noirs avec fragments de déchets noirs à verts (type verre vitreux) + pépites noires brillantes	SD-IEM1 (8-9,5 m)	Remblais industriels métalliques
			Sables bruns à noirs avec nombreux fragments de déchets noirs à verts (type verre vitreux) + pépites noires brillantes	SD-IEM1 (9,5-11 m)	
			Sables bruns à noirs avec nombreux fragments de déchets noirs à verts (type verre vitreux) + pépites noires brillantes + 1 fragment calcaire - peu de remonté	SD-IEM1 (11-12 m)	
Plateaux de stockage Est (1000 m²)	SD-IEM2	8	Terre végétale brun foncé sableux avec quelques cailloutis (Ø 1 mm) avec morceaux de briques (Ø 1 mm)	SD-IEM2 (0-1 m)	Remblais de démolition
			Sables bruns foncés avec quelques cailloutis (Ø 2 cm) avec morceaux de briques plus nombreux (Ø 0,5 cm) + quelques pépites noires (résidus de combustion)	SD-IEM2 (1-2 m)	
			Sables bruns très fins avec quelques cailloutis blancs (Ø 1 mm) et morceaux de briques (Ø 2 mm)	SD-IEM2 (2-3 m)	
			Sables bruns clairs moyens à cailloux (Ø 4 cm), briques (Ø 0,5 cm) et pépites blanches crayeuses (Ø 0,5 cm)	SD-IEM2 (3-4 m)	
			Sables bruns grossiers à cailloux (Ø 5 cm), avec pépites blanches (Ø 0,5 cm) et pépites noires (Ø 0,5 cm) très friables	SD-IEM2 (4-5,5 m)	
			Sables bruns foncés grossiers avec beaucoup de cailloux (Ø 5 cm) et de briques (Ø 5 cm) (présence de pépites blanches (Ø 0,5 cm) et pépites noires (Ø 0,5 cm) très friables - possibles retombées de l'horizon sus-jacent) Matériaux assimilés à des grès grossiers bruns orangés Grès altérés orangés	SD-IEM2 (5-6,5 m)	
				SD-IEM2 (6,5-7 m)	Terrain naturel sablo-gréseux
				SD-IEM2 (7-8)	

Des prélèvements ont également été réalisés lors les sondages géotechniques dans les matériaux a priori peu remaniés, non humides et au cœur de la carotte afin de caractériser l'horizon de matériaux présents en dessous des remblais de natures diverses. L'objectif de cette caractérisation est de vérifier la qualité de l'horizon de terrain naturel et de voir si les matériaux sus-jacents ont impacté cet horizon.

A noter que le carottage à l'eau n'est pas adapté à la recherche de polluants dans les sols et peut biaiser le résultat. Les prélèvements ont été réalisés en cœur de carotte et nous rappelons que les métaux sont réputés peu lixiviables sur la base des tests de lixiviations réalisés dans le cadre des précédents diagnostics.

Les résultats analytiques seront considérés en tenant compte des limites liées à la méthode de foration mise en œuvre.

Tableau 12 - Caractéristiques des investigations géotechniques sur le terrain naturel sablo-gréseux

Zone	Sondage		Remarque de terrain / commentaires	Prélèvement
	Nom	Profondeur (m)		(Profondeur en m)
Plateaux de stockage Est.	SC-IEM 3	7-8	Limon sableux rougeâtre à quelques cailloux (calcaire ou béton ?) centimétriques	SC-IEM 3 7-8
		8-9		SC-IEM 3 8-9
	SC-IEM 4	4-5	Sable finement limoneux marron rouille à cailloutis de calcaire à passées altérées	SC-IEM 4 4-5
		5-6		SC-IEM 4 5-6
Plateaux de stockage Ouest	SC-IEM 2	6-7,5	Sable limoneux brun à cailloutis calcaires - quelques passages légèrement plus argileux	SC-IEM 2 6-7,5
		7,5-8,5		SC-IEM 2 7,5-8,5
	SC-IEM 5	2-3	Sable finement limoneux beige-rouille à cailloutis et blocs de calcaire	SC-IEM 5 2-3
		3-4		SC-IEM 5 3-4
		10,5-11	Sable limoneux rouille plus ou moins indurés à blocs et cailloutis calcaire	SC-IEM 5 10,5-11
	SC-IEM 6	11-12	Cailloux à taches rougeâtres sombres à matrice argilo-limoneuse brune et cailloux calcaires pluricentimétriques	SC-IEM 6 11-12
		12-13	Limon sablo-argileux bruns à cailloux calcaires et sable à cailloutis gris brun	SC-IEM 6 12-13
		13-14	Sable limoneux marron à limon sableux à quelques cailloutis calcaires et quelques passages plus indurés	SC-IEM 6 13-14
	SC-IEM 7	17-18	Sable finement limoneux gris sombre à traces beiges très humide	SC-IEM 7 17-18
		18-19		SC-IEM 7 18-19
	SC-IEM 8	14-15	Sable grossier rouille plus ou moins gréseux finement limoneux	SC-IEM 8 14-15
		16-17	Sable grossier beige rouille plus ou moins gréseux et finement limoneux	SC-IEM 8 16-17

9.3 Programme analytique mis en œuvre pour la caractérisation des sources

L'objectif de la caractérisation des sources est de disposer d'une « carte d'identité » géochimique des sols impactés par les anciennes activités du Site de la Madrague et d'être en mesure le cas échéant de discuter certains impacts qui pourraient être mis en évidence hors site par une démarche de traçage de source.

Le programme analytique mis en œuvre est présenté dans les tableaux ci-dessous. Les plans d'implantation des sondages / prélèvements sont présentés en Figure 35 page 113 (cheminée rampante) et Figure 41 page 118 (crassier de la parcelle B).

Les échantillons ont été analysés après broyage à 250 µ, homogénéisation puis séchage.

Pour l'analyse des 8 ML par le laboratoire EUROFINS, les échantillons ont subis une minéralisation à l'eau régale et une analyse par ICP-AES*.*
Pour la paragénèse réalisée par le laboratoire du CEREGE, l'échantillon est mis en solution dans un mélange HNO3 (3mL), HCl (2mL), et HF(1mL) dans des tubes téflon et minéralisés en système ferme dans un micro-onde (UltraWave, Thermo, Millestone) avec un palier à 130°C puis à 210°C sous 40bars. Les solutions sont ensuite diluées pour être analysées en ICP-MS (PerkinElmer, NexIon 300X) pour les traces et ultra traces et en ICP-OES (PerkinElmer, 4300DV) pour les majeurs, on utilise un standard interne le rhodium et des standards externes certifiés (MESS-4 et CRM008-50). Trois mesures sont faites pour chaque échantillon et certains échantillons sont dupliqués environ (1 sur 10).

Secteur	Zone	Sondage	Prélèvement	Analyses CEREGE		Analyses EUROFINS
		Nom	(Profondeur en m)	Paragénèse	Isotopie	8 ETM
Parcelle C	Cheminée verticale sur site	ChSite Encroutement	ChSite Encroutement	1	1	-
Cheminée rampante	Zone 4	ChZ4-Encroutements	ChZ4-Encroutements	1	1	-
	Zone 3	ChZ3-Encroutement	ChZ3-Encroutement	1	1	-
	Zone 2	ChZ2-Encroutement	ChZ2-Encroutement	1	1	-
	Z1 Partie haute	ChZ1-Partie Haute	ChZ1-PH Encroutement	1	1	-
	Zone 1 - Cheminée Verticale	ChVZ1	ChVZ1 Encroutement	1	1	-

Secteur	Zone	Sondage	Prélèvement	Analyses CEREGE	
		Nom	(Profondeur en m)	Paragénèse	Isotopie
Parcelle B	Plateaux de stockage Ouest	SD-IEM1	SD-IEM1 (0-1 m)	-	-
			SD-IEM1 (1-2 m)	1	1
			SD-IEM1 (2-3 m)	-	-
			SD-IEM1 (3-4 m)	-	-
			SD-IEM1 (4-5)	-	-
			SD-IEM1 (5-6 m)	1	1
			SD-IEM1 (6-7 m)	-	-
			SD-IEM1 (7-8 m)	1	1
			SD-IEM1 (8-9,5 m)	1	1
			SD-IEM1 (9,5-11 m)	1	1
			SD-IEM1 (11-12 m)	1	1
	Plateaux de stockage Est	SD-IEM2	SD-IEM2 (0-1 m)	-	-
			SD-IEM2 (1-2 m)	1	1
			SD-IEM2 (2-3 m)	-	-
			SD-IEM2 (3-4 m)	1	1
			SD-IEM2 (4-5,5 m)	1	1
			SD-IEM2 (5-6,5 m)	-	-
			SD-IEM2 (6,5-7 m)	-	-
			SD-IEM2 (7-8)	-	-

Secteur	Zone	Sondage	Prélèvement	Analyses EUROFINS
		Nom	(Profondeur en m)	8 ETM
Parcelle B	Plateaux de stockage Est	SC-IEM 3	SC-IEM 3 7-8	1
			SC-IEM 3 8-9	1
		SC-IEM 4	SC-IEM 4 4-5	1
			SC-IEM 4 5-6	1
	Plateaux de stockage Ouest	SC-IEM 2	SC-IEM 2 6-7,5	1
			SC-IEM 2 7,5-8,5	1
		SC-IEM 5	SC-IEM 5 2-3	1
			SC-IEM 5 3-4	1
			SC-IEM 5 10,5-11	1
		SC-IEM 6	SC-IEM 6 11-12	1
			SC-IEM 6 12-13	1
			SC-IEM 6 13-14	1
		SC-IEM 7	SC-IEM 7 17-18	1
			SC-IEM 7 18-19	1
		SC-IEM 8	SC-IEM 8 14-15	1
			SC-IEM 8 16-17	1

9.4 Résultats des analyses en métaux lourds sur les encroutements de cheminée et les différents matériaux du crassier

Les résultats analytiques obtenus sur les échantillons de matériaux prélevés au droit du crassier sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Le Tableau 13 présente les résultats en 8 métaux lourds pour les échantillons dits « sources ». Il s'agit des échantillons prélevés au droit des sondages réalisés sur le crassier lors de la première campagne environnementale ainsi que des échantillons d'encroutements prélevés dans les deux cheminées actuellement présentes.

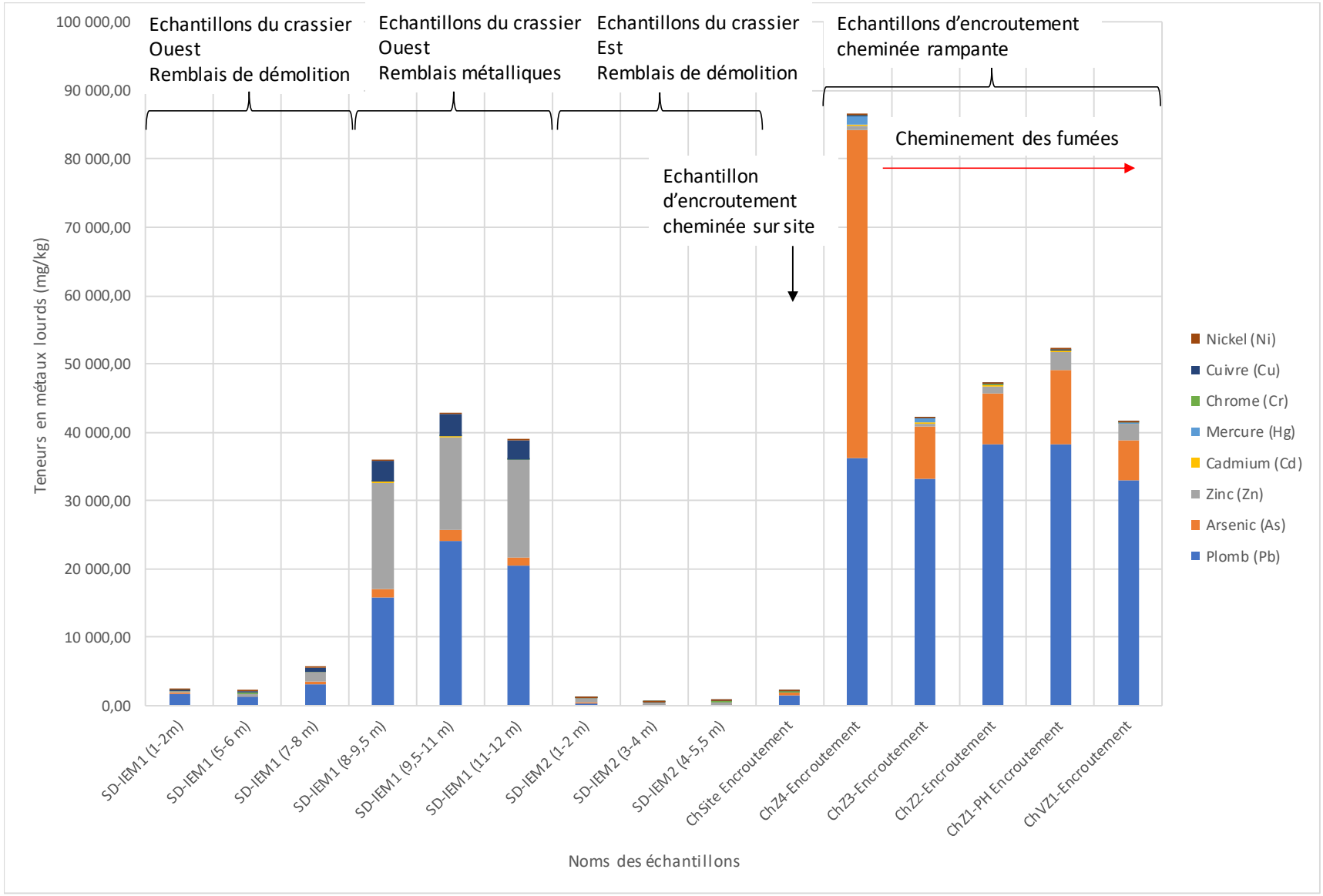
Tableau 13 : Résultats des analyses en 8ML sur les prélèvements représentatifs des sources (en mg/kg MS)

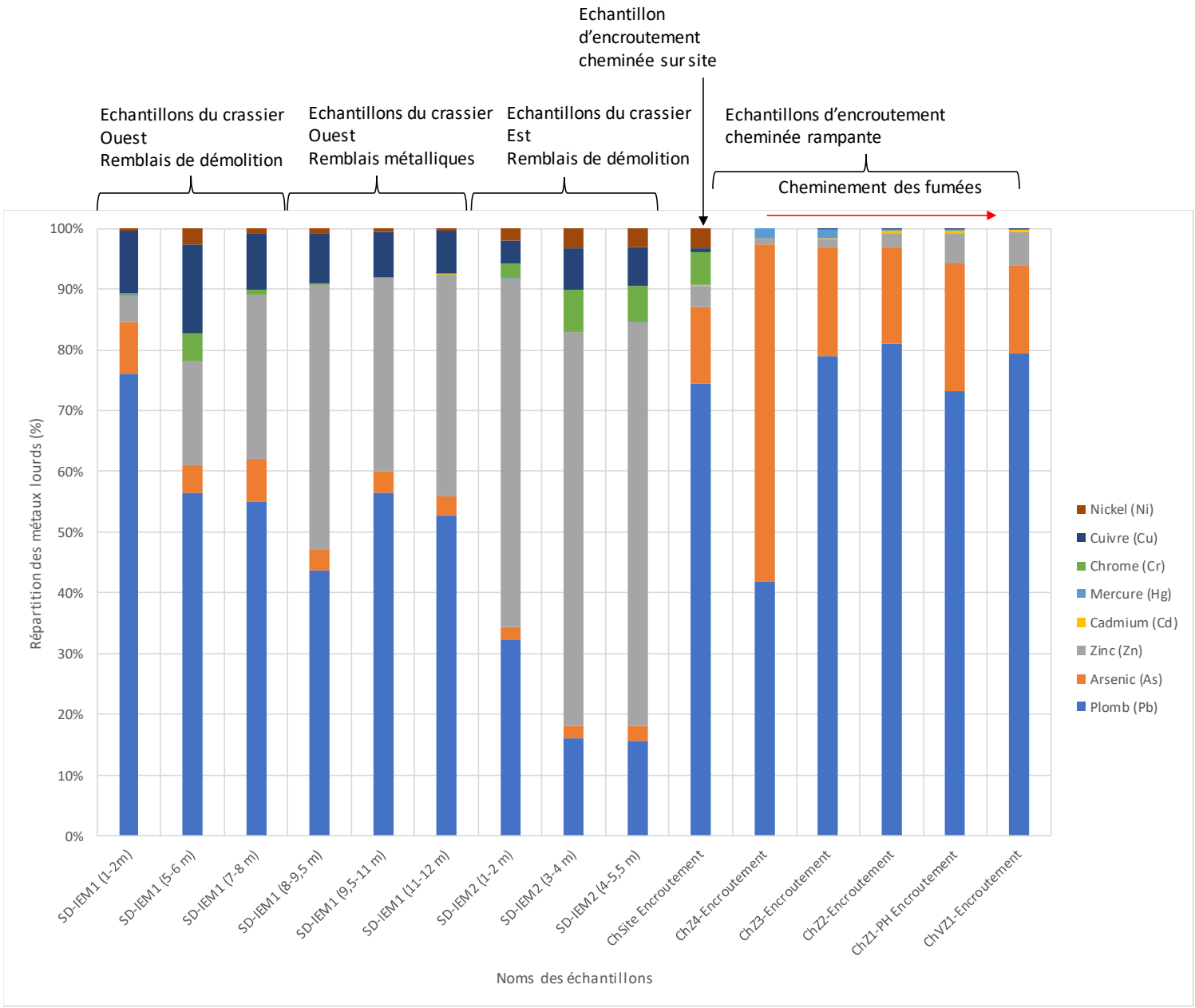
Résultats d'analyses – 8 métaux lourds									
Prélèvement (Profondeur en m)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)	**Nature des matériaux**
Résultats sur les remblais du crassier									
SD-IEM1 (1-2m)	194,70	0,58	7,95	**235,40**	10,20	1 760,0	99,90	3,40	Remblais de démolition et chimique
SD-IEM1 (5-6 m)	98,04	0,83	95,62	**318,20**	55,85	**1 220,0**	**368,40**	1,85	Remblais de démolition
SD-IEM1 (7-8 m)	385,80	**1,15**	44,89	**511,40**	47,78	**3 060,0**	**1 503**	1,69	
SD-IEM1 (8-9,5 m)	1 310	**36,52**	36,96	**3 021**	**280,60**	15 710,0	**15 618**	1,07	Remblais industriels métalliques
SD-IEM1 (9,5-11 m)	1 502	**18,32**	40,75	**3 181**	**224,20**	24 180,0	**13 636**	0,64	
SD-IEM1 (11-12 m)	1 245	**20,70**	46,32	**2 699**	**176,80**	20 500,0	**14 213**	1,55	
SD-IEM2 (1-2 m)	23,32	0,87	25,39	41,25	23,89	**360,0**	**639,71**	1,70	Remblais de démolition
SD-IEM2 (3-4 m)	11,99	0,51	38,62	37,39	18,80	**90,0**	**362,48**	0,64	
SD-IEM2 (4-5,5 m)	15,62	0,53	36,82	40,92	19,46	**100,0**	**423,48**	0,79	
Résultats sur les encroûtements des cheminées									
ChSite Encroutement	264,40	**3,87**	**113,38**	12,11	68,22	1 560,0	73,82	2,35	Encroutement de la cheminée verticale sur site
ChZ4-Encroutement	47 938	**69,17**	14,25	33,64	4,44	36 200,0	**785,30**	1 339	Encroutement de la cheminée rampante
ChZ3-Encroutement	7 520	**125,20**	2,07	54,98	1,54	33 260,0	**517,80**	630,60	
ChZ2-Encroutement	7 479	**136,40**	6,77	55,81	3,80	38 170,0	**1 052**	153,90	
ChZ1-PH Encroutement	11 009	**186,00**	27,89	**92,83**	6,59	38 150,0	**2 530**	123,20	
ChVZ1-Encroutement	5 939	**145,50**	15,72	42,66	4,87	32 920,0	**2 307**	47,55	

Légende :

xx	LQ < C° < "sols ordinaire" ASPITET
xx	RMQS < C°
xx	HCSP < C°
xx	"sols ordinaire" ASPITET < C° < "anomalies naturelles modérées" ASPITET
xx	"anomalies naturelles modérées" ASPITET < C° < "fortes anomalies" ASPITET
xx	« fortes anomalies" ASPITET < C°

Les deux graphiques suivants présentent la répartition par échantillon des 8 éléments métalliques recherchés : par niveau de concentration puis en pourcentage.


Echantillons du crassier Ouest Remblais de démolition
Echantillons du crassier Ouest Remblais métalliques
Echantillons du crassier Est Remblais de démolition
Echantillons d'encroutement cheminée rampante
Cheminement des fumées
Echantillon d'encroutement cheminée sur site
Teneurs en métaux lourds (mg/kg)
100 000,00
90 000,00
80 000,00
70 000,00
60 000,00
50 000,00
40 000,00
30 000,00
20 000,00
10 000,00
0,00
SD-IEM1 (1-2m)
SD-IEM1 (5-6 m)
SD-IEM1 (7-8 m)
SD-IEM1 (8-9,5 m)
SD-IEM1 (9,5-11 m)
SD-IEM1 (11-12 m)
SD-IEM2 (1-2 m)
SD-IEM2 (3-4 m)
SD-IEM2 (4-5,5 m)
ChSite Encroutement
ChZ4-Encroutement
ChZ3-Encroutement
ChZ2-Encroutement
ChZ1-PH Encroutement
ChVZ1-Encroutement
Noms des échantillons
Nickel (Ni)
Cuivre (Cu)
Chrome (Cr)
Mercure (Hg)
Cadmium (Cd)
Zinc (Zn)
Arsenic (As)
Plomb (Pb)


Echantillon d'encroutement cheminée sur site
Echantillons du crassier Ouest Remblais de démolition
Echantillons du crassier Ouest Remblais métalliques
Echantillons du crassier Est Remblais de démolition
Echantillons d'encroutement cheminée rampante
Cheminement des fumées
Répartition des métaux lourds (%)
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
SD-IEM1 (1-2m)
SD-IEM1 (5-6 m)
SD-IEM1 (7-8 m)
SD-IEM1 (8-9,5 m)
SD-IEM1 (9,5-11 m)
SD-IEM1 (11-12 m)
SD-IEM2 (1-2 m)
SD-IEM2 (3-4 m)
SD-IEM2 (4-5,5 m)
ChSite Encroutement
ChZ4-Encroutement
ChZ3-Encroutement
ChZ2-Encroutement
ChZ1-PH Encroutement
ChVZ1-Encroutement
Noms des échantillons
Nickel (Ni)
Cuivre (Cu)
Chrome (Cr)
Mercure (Hg)
Cadmium (Cd)
Zinc (Zn)
Arsenic (As)
Plomb (Pb)

Il apparait que les matériaux prélevés au droit du sondage SD-IEM 1 (plateau Ouest présentant des remblais industriels) se répartissent en deux catégories distinctes :

- les matériaux de type remblais de démolition prélevés de 1 à 2 m, de 5 à 6 m et de 7 à 8 m qui présentent des teneurs en métaux du même ordre de grandeur. Les teneurs en plomb sont relativement faibles par rapport aux autres échantillons « sources ». La contribution du plomb est la plus importante (entre 55 et 75%). Les autres métaux lourds associés sont principalement le cuivre (10 à 15%), le zinc (5 à 30%) et l'arsenic (5 à 10%). A noter que les teneurs sont légèrement plus fortes de 7 à 8 m.

  Dans une moindre mesure, ils sont également marqués par leurs teneurs en cadmium, cuivre et nickel, couplées à une absence de mercure et de chrome.

- les matériaux de type remblais industriels prélevés de 8 à 12 m présentent des teneurs en métaux lourds très importantes et du même ordre de grandeur pour ces trois échantillons. Les teneurs en plomb observées sont importantes (très largement supérieures aux échantillons prélevés en surface sur ce sondage mais 2 fois moins élevées que les teneurs en plomb mesurées dans les encroutements). La contribution du plomb est la plus importante (entre 45 et 55%). Les autres métaux lourds associés sont principalement le cuivre (environ 10%), le zinc (30 à 45 %) et l'arsenic (3%). Une augmentation des teneurs en cuivre et en zinc est également relevée ; elle semble liée à des types de minerais différents selon les périodes et/ou aux process de galène à pyrite.

Les échantillons prélevés au droit de SD-IEM 2 (plateau de stockage Est) présentent un marquage moins important cohérent avec la nature des remblais apportés (matériaux de démolition d'origine non connue). Les teneurs mesurées sont globalement plus faibles que celles observées dans les matériaux prélevés en surface au droit de SD-IEM 1. La contribution la plus importante est celle du zinc (55 à 65%). On note la présence de plomb (15 à 35%), de cuivre (4 à 7%), de chrome (2 à 7%), d'arsenic (2%) et de nickel (2 à 3%).

Cette signature chimique marquée fortement par la présence de zinc est singulière et n'est pas retrouvée dans les autres échantillons de sources.

L'échantillon d'encroutement de la cheminée sur site présente une teneur en plomb très nettement inférieure que sur les autres encroutements. Malgré cela, le plomb est l'élément majoritairement présent (75%). La signature chimique est différente des autres encroutements et des matériaux prélevés au droit du crassier. Les métaux associés au plomb et à l'arsenic (13%) sont très nettement le chrome (5%), le zinc (3%) et le nickel (3%).

Les faibles concentrations mesurées dans cet échantillon (relativement aux concentrations mesurées dans les encroutements) sont dues au fait que cette cheminée est reliée à un four de beaucoup plus petite taille, sans lien avec les process de traitement du plomb argentifère ou de la pyrite pour la production d'acide sulfurique, dont les fumées étaient prises en charge par le système de condensation et de traitement (carneaux, cheminées rampantes et cheminée verticale hors site). Cette cheminée ne semble clairement pas avoir participé, de manière significative, à la dissémination des poussières riches en métaux.

Les échantillons d'encroutements de la cheminée rampante sont les plus marqués et présentent les plus fortes concentrations en plomb (teneurs globalement deux fois plus élevées que pour les autres échantillons), en arsenic (teneur 30 fois plus élevées), en mercure (teneur 100 à 1000 fois plus élevées) et en cadmium. Le zinc présente des teneurs élevées (bien qu'environ 10 fois moins élevées que dans les déchets métalliques).

Les encroutements présentent un gradient de concentration selon le linéaire de la cheminée avec un fort dépôt d'arsenic sur les parois au début de la cheminée, une décroissance des concentrations en mercure vers la sortie de la cheminée et à l'inverse une augmentation des dépôts en cadmium vers la sortie (réaction différente de ces composés selon leurs propriétés aux variations de condition physico-chimique telle que la diminution progressive de la température des fumées). Les autres métaux ne présentent pas de gradient marqué.

La composition en 8ML permet de distinguer en première approche 5 signatures différentes : la cheminée verticale, la cheminée rampante, les remblais du crassier Est (type démolition) et deux types de remblais différents pour le crassier Ouest (type démolition en surface et déchet industriel en profondeur).

En cohérence avec le processus de l'activité du site, les teneurs les plus fortes sont observées au niveau des encroutements de la cheminée rampante (accumulation sur le long terme des fumées issus des différents fours) et des déchets métalliques au sein du crassier Ouest (concentration au sein des résidus).

Ces deux types de matériaux sont caractérisés par :
- plomb, arsenic, mercure et cadmium pour les encroutements,
- plomb, arsenic, zinc, cadmium et dans une moindre mesure cuivre et nickel dans les remblais industriels métalliques.

La plus faible proportion en zinc, cuivre et nickel dans les encroutements et leur présence marquée dans les remblais métalliques laisse penser que ces composés ne transfèrent pas ou peu du minerai vers les fumées. Aussi, l'impact hors site via des poussières ou retombées atmosphériques sera vraisemblablement limité pour ces métaux.

Au vu de la décroissance des teneurs en mercure fixées dans les encroutements depuis le site vers l'exutoire (1 340 à 47 mg/kg), il apparait que la cheminée rampante assure le rôle de fixation du mercure contenu dans les fumées et limite le risque d'impact par retombées atmosphériques.

Enfin les concentrations en chrome n'apparaissent pas significativement élevées ; ce composé n'est donc pas un traceur de la pollution du site.

Le Tableau 14 présente les résultats en 8 métaux lourds pour les échantillons de l'horizon lithologique de terrain meuble d'apparence naturelle séparant les remblais des calcaires sous-jacents. Il s'agit des échantillons prélevés au droit des sondages réalisés sur le crassier lors de la campagne d'investigations à vocation géotechnique.

Rappelons que la méthodologie de forage et de prélèvement présente certaines limites pouvant engendrer des artefacts de mesure. Aussi, ces données analytiques sont interprétées de manière qualitative et non quantitative.

Tableau 14 : Résultats des analyses en 8ML sur l'horizon entre remblais et substratum calcaire

Résultats d'analyses - 8ML								
Prélèvement (Profondeur en m)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
SC-IEM 3 7-8	13,50	*<0,40*	25,60	16,00	27,00	24,10	29,30	*<0,10*
SC-IEM 3 8-9	9,50	*<0,40*	23,10	9,83	26,30	11,50	27,00	*<0,10*
SC-IEM 4 4-5	28,30	*<0,40*	14,70	19,50	14,50	**173,00**	42,60	*<0,10*
SC-IEM 4 5-6	16,80	*<0,40*	18,90	16,30	18,90	63,80	30,90	*<0,10*
SC-IEM 2 6-7,5	6,24	*<0,40*	8,77	7,00	8,37	12,00	14,70	*<0,10*
SC-IEM 2 7,5-8,5	12,40	*<0,41*	14,00	7,18	14,40	12,70	20,60	*<0,10*
SC-IEM 5 2-3	38,60	0,45	16,50	14,00	15,60	**211,00**	113,00	*<0,10*
SC-IEM 5 3-4	6,92	*<0,40*	12,90	7,40	13,30	23,70	24,30	*<0,10*
SC-IEM 5 10,5-11	7,60	*<0,40*	13,90	10,90	15,30	19,10	27,00	*<0,10*
SC-IEM 6 11-12	10 200,00	**3,81**	14,10	**825,00**	45,50	73 700,00	**12 800,00**	2,29
SC-IEM 6 12-13	4 640,00	**2,01**	15,80	**785,00**	37,20	38 400,00	**5 290,00**	0,91
SC-IEM 6 13-14	88,70	*<0,40*	23,10	9,22	24,80	56,90	47,40	*<0,10*
SC-IEM 7 17-18	15,60	*<0,40*	14,10	15,10	15,30	22,90	46,40	*<0,10*
SC-IEM 7 18-19	20,10	*<0,40*	13,50	27,70	15,90	77,10	42,80	*<0,10*
SC-IEM 8 14-15	7,10	*<0,40*	6,38	13,50	6,43	64,90	29,90	*<0,10*
SC-IEM 8 16-17	10,60	*<0,40*	12,20	34,40	19,50	6,28	**199,00**	*<0,10*

Légende :

xx	LQ < C° < "sols ordinaire" ASPITET
xx	RMQS < C°
xx	HCSP < C°
xx	"sols ordinaire" ASPITET < C° < "anomalies naturelles modérées" ASPITET
xx	"anomalies naturelles modérées" ASPITET < C° < "fortes anomalies" ASPITET
xx	« fortes anomalies" ASPITET < C°

Il apparait que les matériaux prélevés au droit de la totalité des sondages, à l'exception du sondage SC-IEM 6, ne présentent pas d'anomalies marquées (relativement aux échantillons de caractérisation des sources). Cette absence d'anomalie confirme que les matériaux analysés, considérés comme « terrain naturel » sur la base des observations

lithologiques, correspondent bien à du terrain naturel, à l'exception des échantillons SC-IEM6 entre 11 et 13 m. Au droit de ce sondage, le terrain naturel n'est réellement rencontré qu'à partir de 13 voire 14 m de profondeur.

Le sondage SC-IEM 6 présente de très fortes anomalies sur les horizons de 11 à 12 m et de 12 à 13 m. L'horizon présent de 13 à 14 m présente uniquement une anomalie en arsenic, avec une teneur plus de 50 fois plus faible que dans l'échantillon sus-jacent. Pour le plomb, la teneur entre 13 et 14 m est plus de 650 fois plus faibles que celle enregistrée dans l'horizon sus-jacent. L'atténuation verticale est donc très fortement marquée.

Ainsi, le terrain naturel est retrouvé selon les secteurs entre 3 et 14 m de profondeur au droit de la parcelle B. Les résultats des caractérisations de cet horizon naturel profond ne montrent pas d'impact en métaux lourd, témoignant de l'absence de transfert par lixiviation de métaux depuis les horizons de déchets vers le terrain naturel sous-jacent. Sur cette base, s'il a existé ou existe un transfert au milieu marin, il se produit par contact direct avec les déchets ou par envol de poussières.

Les deux anomalies en SC-IEM 4 (4-5) et SC-IEM 5 (2-3) caractérisées par la présence d'arsenic et en plomb ne se retrouvent pas dans l'horizon sous-jacents. Ces anomalies sont peu élevées par rapport aux teneurs mesurées dans les déchets sus-jacents ; les matériaux correspondants sont donc considérés comme du terrain naturel et non des déchets.

Ces données mettent en évidence qu'il n'existe pas (ou peu) de migration de la pollution depuis les horizons de remblais industriels de nature chimique et métallique fortement impactés par les métaux lourds vers les horizons sous-jacents de terrain naturel.

Cette observation est en cohérence avec les données issues des rapports antérieurs qui indiquent que les métaux ne sont pas lixiviables, à l'exception de l'antimoine (cf. §6.2.1). Les principaux résultats, présentés dans le rapport de plan de gestion de la parcelle B établi par VALGO en 2011, sont repris dans les tableaux suivants :

Tableau 15 : Résultats des tests de lixiviation réalisés en 2010 par ANTEA sur la parcelle B

	R1A	R2A	R3A	R4A	R5A	R6A	ISDI
Antimoine	<0,05	0,066	0,59	<0,16	0,33	0,15	0,06
Sélénium	<0,05	<0,05	1,4	0,3	<0,41	<0,05	0,1
FS	18000	24000	20000	30000	61000	30000	4000

Ce tableau ne reprend que les paramères analytiques pour lesquels les teneurs mesurées dépassaient les seuils d'acceptabilité en ISDI.

Tableau 16 : Résultats des tests de lixiviation réalisés en 2011 par VALGO sur la parcelle B

Description		eluat de X1 B1	eluat de X5 B2	eluat de X8 B4	eluat de X9 B6	eluat de X10 B7
COT	mg/kg MS	<50	<50	<50	<50	<50
température pour mes. pH	°C	20.5	21	20.8	21.1	20.9
conductivité ap. lix.	µS/cm	671	2370	572	2210	2320
pH final ap. lix.	-	8.96	8.28	8.49	8.1	8.05
LIXIVIATION						
L/S	ml/g	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
METAUX						
antimoine	mg/kg MS	0.32	0.41	0.050	1.5	0.13
arsenic	mg/kg MS	0.16	0.32	<0.1	0.31	0.12
baryum	mg/kg MS	0.32	0.15	<0.1	0.15	0.70
cadmium	mg/kg MS	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02
chrome	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
cuivre	mg/kg MS	<0.1	0.31	<0.1	0.26	0.24
mercure	mg/kg MS	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
plomb	mg/kg MS	0.34	<0.1	<0.1	0.28	0.33
molybdène	mg/kg MS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
nickel	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
sélénium	mg/kg MS	<0.039	0.20	<0.039	<0.039	0.64
zinc	mg/kg MS	<0.2	0.33	<0.2	0.92	1.4
COMPOSES INORGANIQUES						
fluorures	mg/kg MS	2.3	<2	<2	2.3	3.8
fraction soluble	mg/kg MS	5400	24000	3960	22000	21500
PHENOLS						
phénol (indice)	mg/kg MS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
DIVERSES ANALYSES CHIMIQUES						
chlorures	mg/kg MS	<10	87	<10	14	12
sulfate	mg/kg MS	3200	16000	2700	6300	15000

9.5 Résultats des analyses de screening (« paragénèse »)

Au total, 16 échantillons correspondant aux sources ont été envoyés au CEREGE pour analyse de 44ETM. Il s'agit d'échantillons prélevés à différentes profondeurs au droit des sondages SD-IEM1 (crassier Ouest) et SD-IEM2 (crassier Est) réalisés sur le crassier de la parcelle B (échantillons correspondant donc à différents types de matériaux stockés en couches successives dans le crassier), ainsi que d'échantillons d'encroutement le long de la cheminée rampante, ainsi que dans les cheminées verticales (sur site et à l'exutoire de la cheminée rampante). Des échantillons d'encroutements prélevés dans la cheminée présente sur le site de l'Escalette ont également été analysés dans le cadre d'une seconde phase, afin de voir si les signatures en 44ETM des 2 sites sont comparables ou différentes.

Les tableaux de résultats des analyses de screening réalisés par le CEREGE sur les 16 échantillons de source sont présentés en **annexe A4.2**.

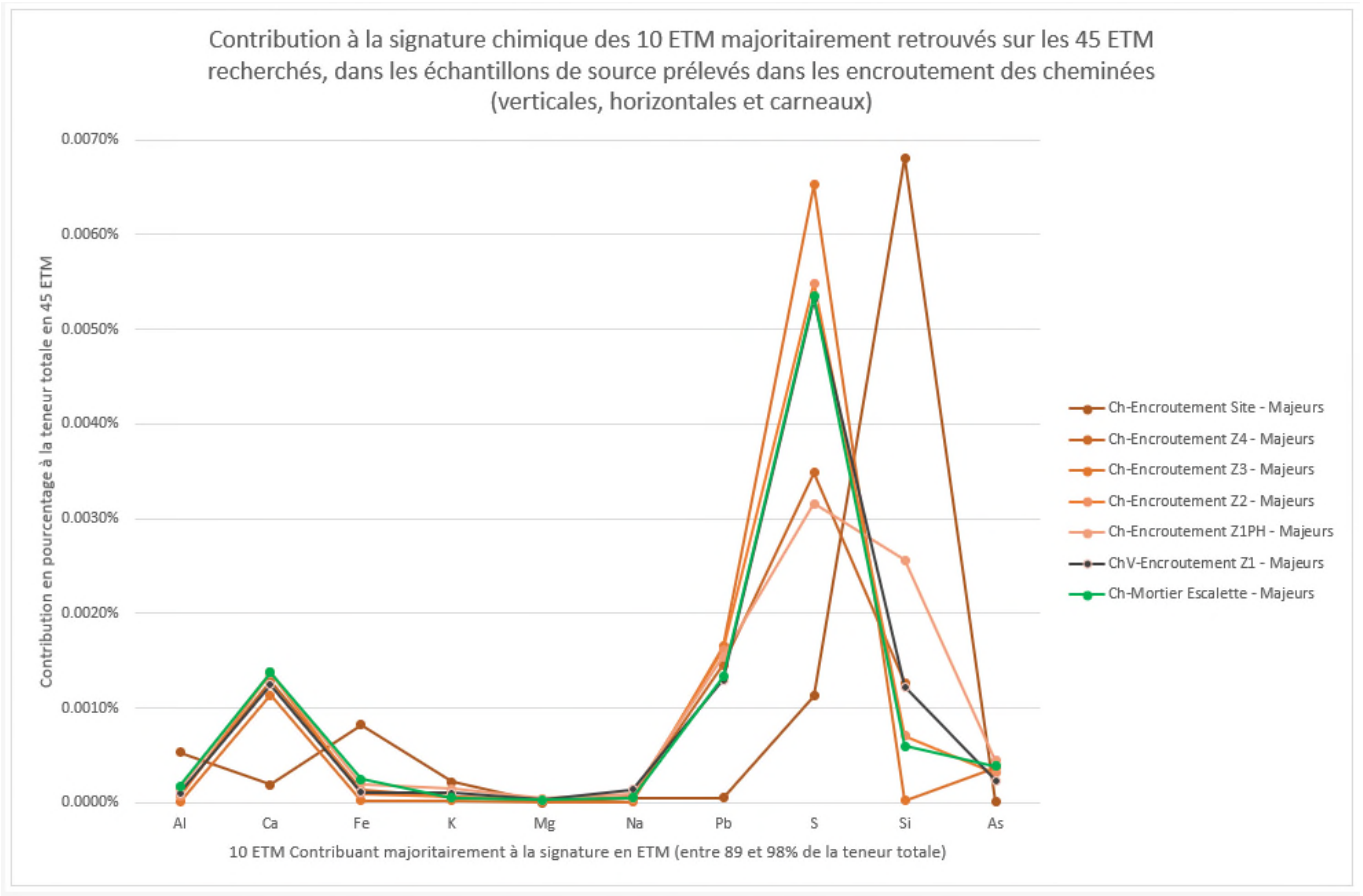
Ces résultats n'ont pas fait l'objet d'une analyse statistique de type ACP en raison du nombre d'échantillon (qui est inférieur au nombre d'éléments recherchés,).

En revanche un traitement simple de contribution à la signature chimique a été réalisé pour les ETM majoritairement présents ainsi que pour les ETM retrouvés à l'état de traces pour les prélèvements au niveau des cheminées d'une part et des matériaux constitutifs du crassier d'autre part. Les représentations sont reportées en figures suivantes.

L'analyse des profils des sources a été réalisées et permet de mettre en évidence les traceurs spécifiques suivants :

- Encroutements : Pb, As, Hg, S, Cd, Sn, Sb, P (très importante contribution en Zn dans les encroutements de l'Escalette)
- Cheminée verticale (fours à charbon sur site, à l'instar des fours utilisés historiquement sur le site Veyrminck qui jouxtait le Site de la Madrague à l'étude) : Al, Zr, V, Cr
- Crassier secteur Ouest – remblais industriels : Zn, Cu, Ni, Fe, Ba, Co
- Crassier secteur Ouest – remblais chimiques : Ca, K,
- Crassier secteur Est : Cr, Al, Zr, Ti, Y, Zr, Sr

Les paragénèses enregistrées au niveau des sources seront utilisées et comparées aux résultats obtenus au niveau des parcelles de riverains ainsi que dans les secteurs de terrain naturel non remaniés à proximité des zones de sources afin de tracer au mieux les secteurs géographiques potentiellement impactés et les contributions en provenance des deux sources qui ont pu faire l'objet de caractérisations. Rappelons que le contexte industriel historique comprenait d'autres sources potentielles (sites Veyrminck et Samena), qui disposaient également de cheminées verticales.



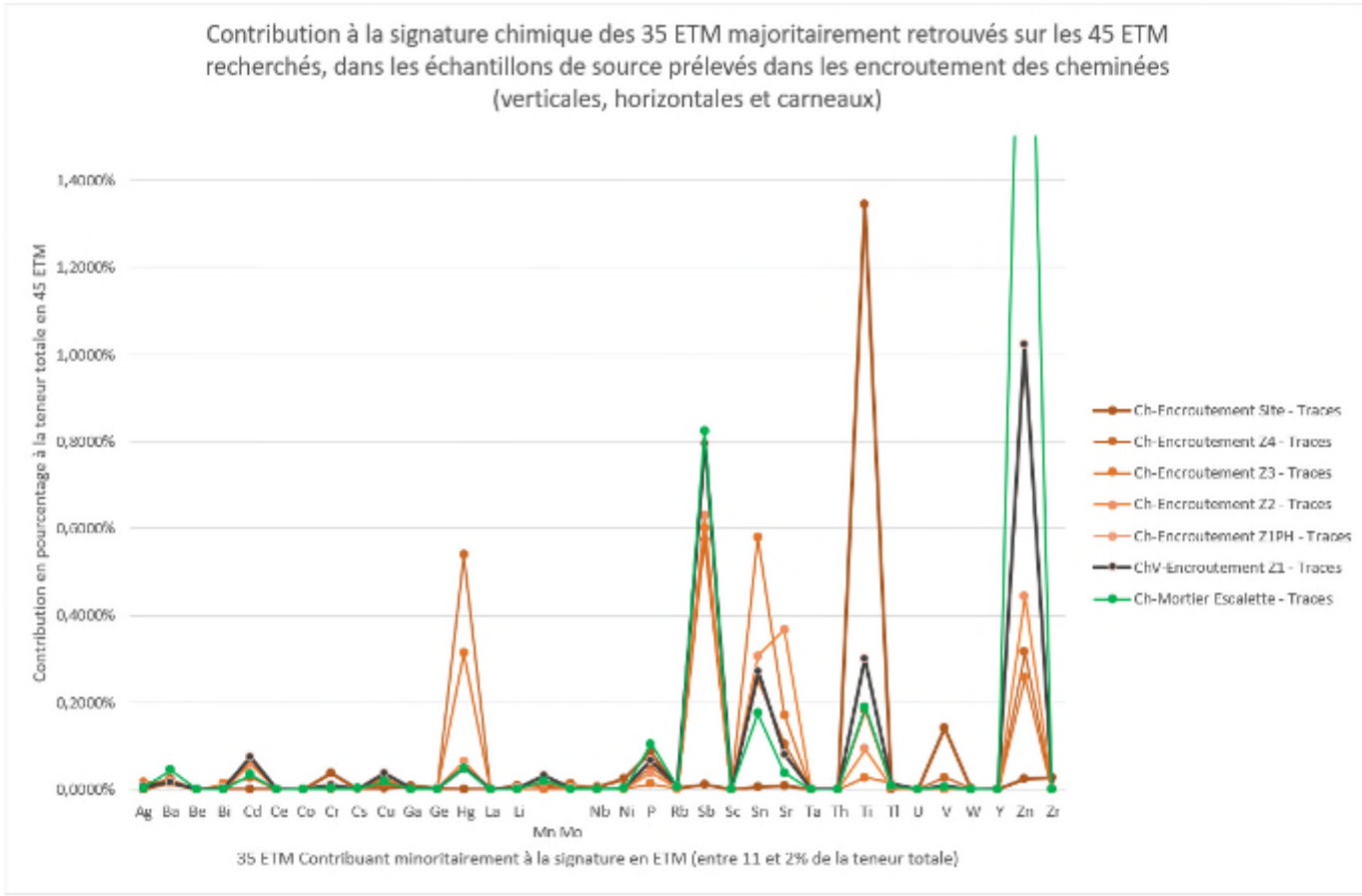
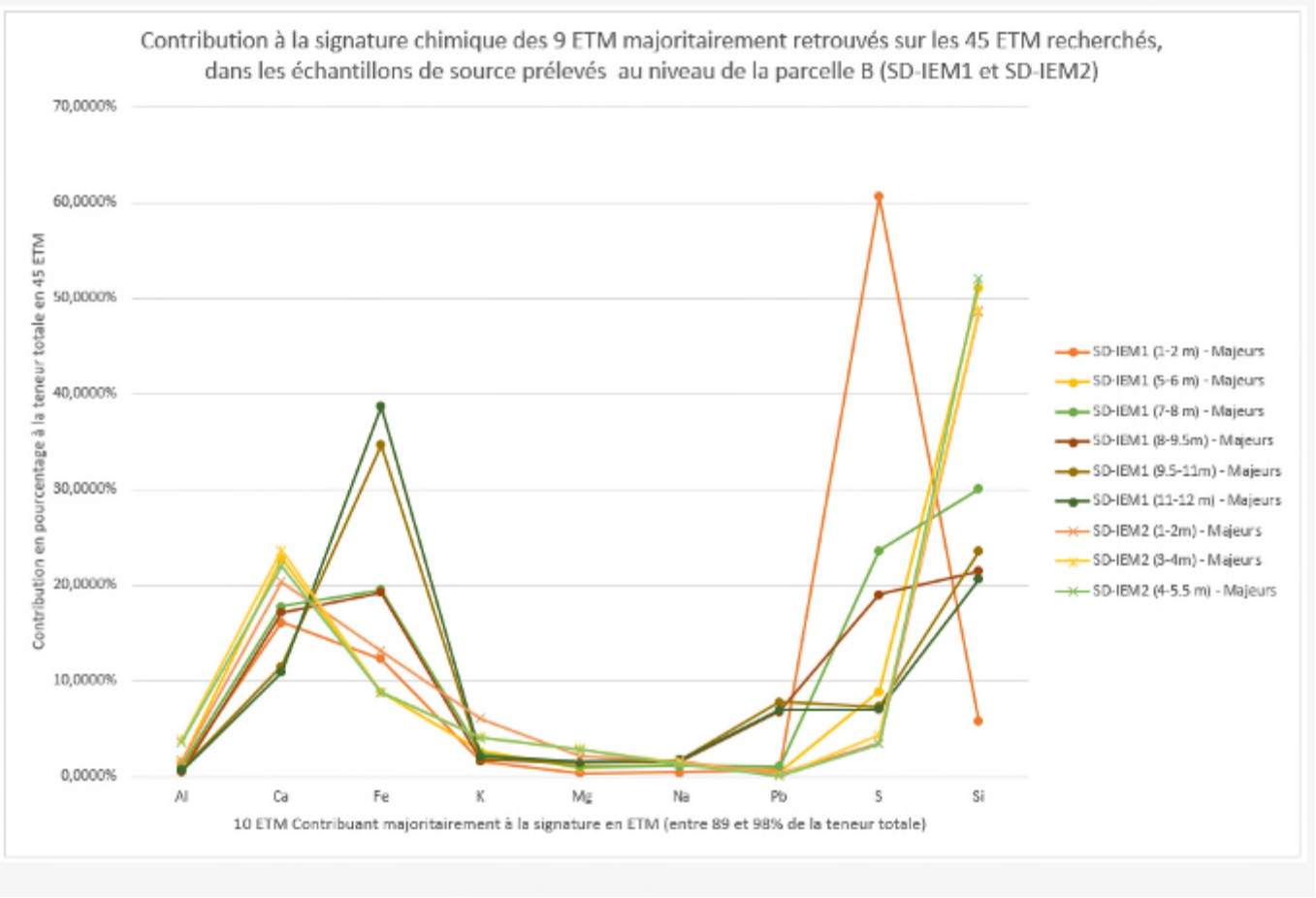


Figure 44 : Signature chimique en 45 ETM des sources cheminées



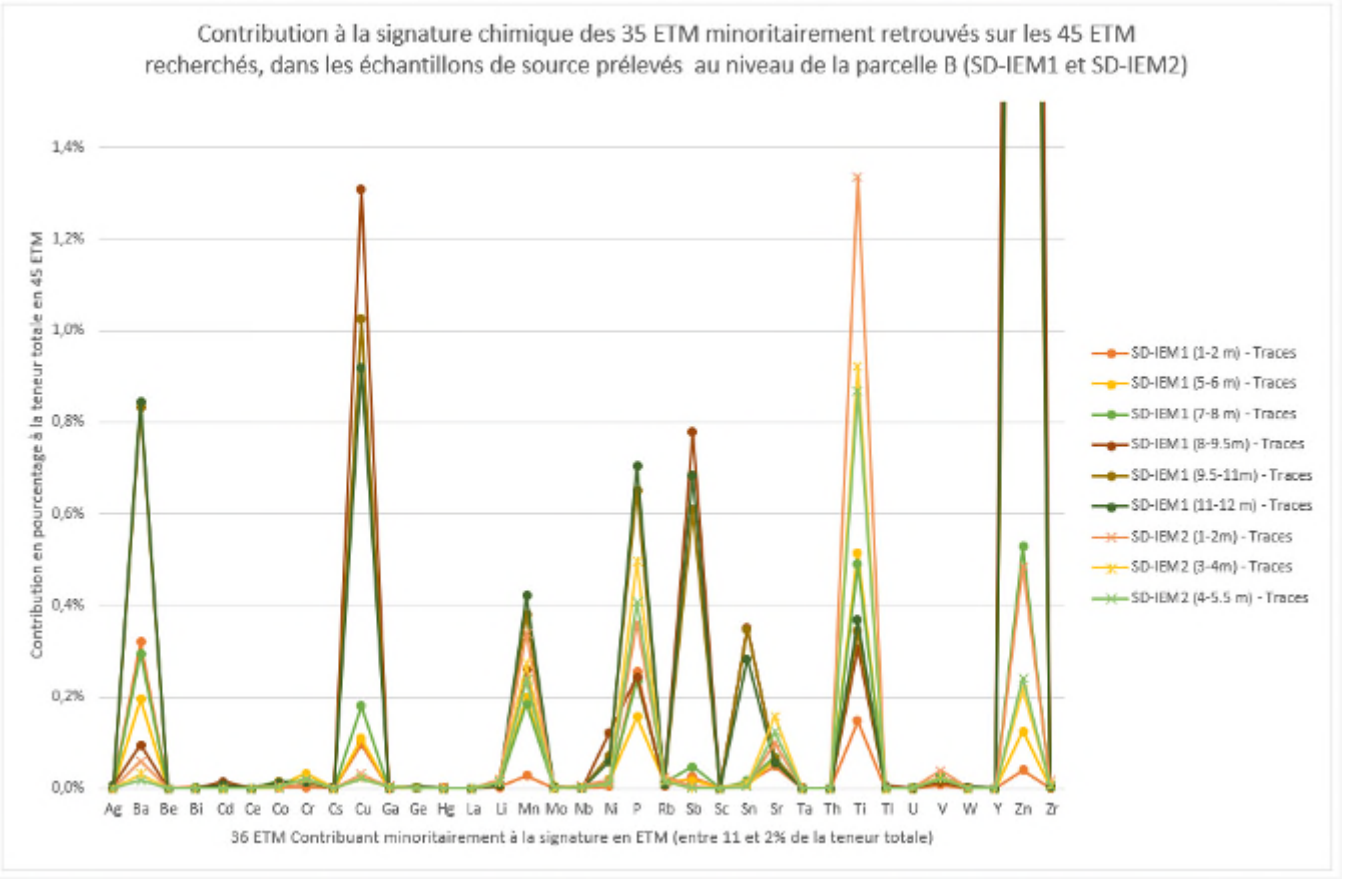


Figure 45 : Signature chimique en 45 ETM des sources crassier (Parcelle B)

9.6 Résultats des analyses isotopiques

Comme pour les analyses des 45ETM, 15 échantillons correspondant aux sources ont été envoyés au CEREGE pour analyse isotopique du plomb (le prélèvement en seconde phase dans les encroutements de la cheminée Escalette n'a pas été soumis à l'analyse isotopique). En effet, des échantillons d'encroutements prélevés dans la cheminée présente sur le site de l'Escalette (dans le cadre d'un travail de thèse en cours au CEREGE) ont été intégrés, afin de voir si les empreintes isotopiques des 2 sites sont comparables ou différentes.

Les résultats analytiques de compositions isotopiques en plomb de différents échantillons de sol prélevés pour caractériser les sources, sont présentés en **annexe A4.3**.

Cette annexe comprend le rapport d'analyse produit par M. Alain VERON qui propose plusieurs représentations graphiques des résultats, avec une interprétation des données, sans intégration du contexte détaillé de l'étude d'IEM, mais permettant de disposer de l'expérience reconnue de M. VERON dans le domaine de l'isotopie du Plomb et de son application dans le domaine de l'environnement. La base même de l'interprétation a été reprise du rapport CNRS annexé.

Les résultats analytiques de compositions isotopiques en plomb sur ces 15 échantillons de sols sont présentés dans le Tableau 17.

Les incertitudes (x2 "déviations standards") sont les suivantes pour les rapports isotopiques :
<0.002 (206Pb/204Pb) ;
<0.002 (207Pb/204Pb) ;
<0.004 (208Pb/204Pb) ;
<0.0001 (208Pb/206Pb,206Pb/207Pb)

Une première analyse sur les types d'échantillons référencés SD-IEM et encroûtements montre les moyennes suivantes sur le rapport 206Pb/207Pb :

- SD-IEM1: 1.171±0.002
- SD-IEM2: 1.176±0.001 (la différence entre IEM1 et IEM2 est significative, test student p=0.002).
- Encroûtements: 1.170±0.001 (il ne semble pas y avoir de différences significatives entre les divers types d'encroûtements, ni entre SD-IEM1 et les encroûtements sur la base du rapport 206Pb/207Pb).

Ces résultats sont détaillés dans le tableau suivant et illustrés dans la Figure 46.

Tableau 17 : résultats des analyses isotopiques sur les sources

Références	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{207}Pb$
17E099527-001 SD-IEM1 ERG-S01	18.386	15.680	38.561	2.0973	1.1726
17E099527-002 SD-IEM1 ERG-S02	18.300	15.674	38.458	2.1015	1.1675
17E099527-003 SD-IEM1 ERG-S03	18.368	15.671	38.544	2.0984	1.1721
17E099527-004 SD-IEM1 ERG-S04	18.399	15.690	38.574	2.0965	1.1726
17E099527-005 SD-IEM1 ERG-S05	18.413	15.697	38.569	2.0946	1.1731
17E099527-006 SD-IEM1 ERG-S06	18.354	15.693	38.531	2.0992	1.1696
17E099527-007 SD-IEM2 ERG-S07	18.425	15.675	38.554	2.0925	1.1754
17E099527-008 SD-IEM2 ERG-S08	18.447	15.679	38.601	2.0926	1.1765
17E099527-009 SD-IEM2 ERG-S09	18.449	15.686	38.612	2.0930	1.1761
17E099527-010 ChSite Encroutement ERG-S10	18.369	15.687	38.571	2.0998	1.1710
17E099527-011 ChZ4-Encroutement ERG-S11	18.374	15.691	38.590	2.1002	1.1710
17E099527-012 ChZ3-Encroutement ERG-S12	18.372	15.694	38.601	2.1011	1.1707
17E099527-013 ChZ2-Encroutement ERG-S13	18.352	15.680	38.552	2.1007	1.1704
17E099527-014 ChZ1-Encroutement ERG-S14	18.348	15.691	38.552	2.1012	1.1693
17E099527-015 ChVZ1-Encroutement ERG-S15	18.343	15.682	38.540	2.1010	1.1697

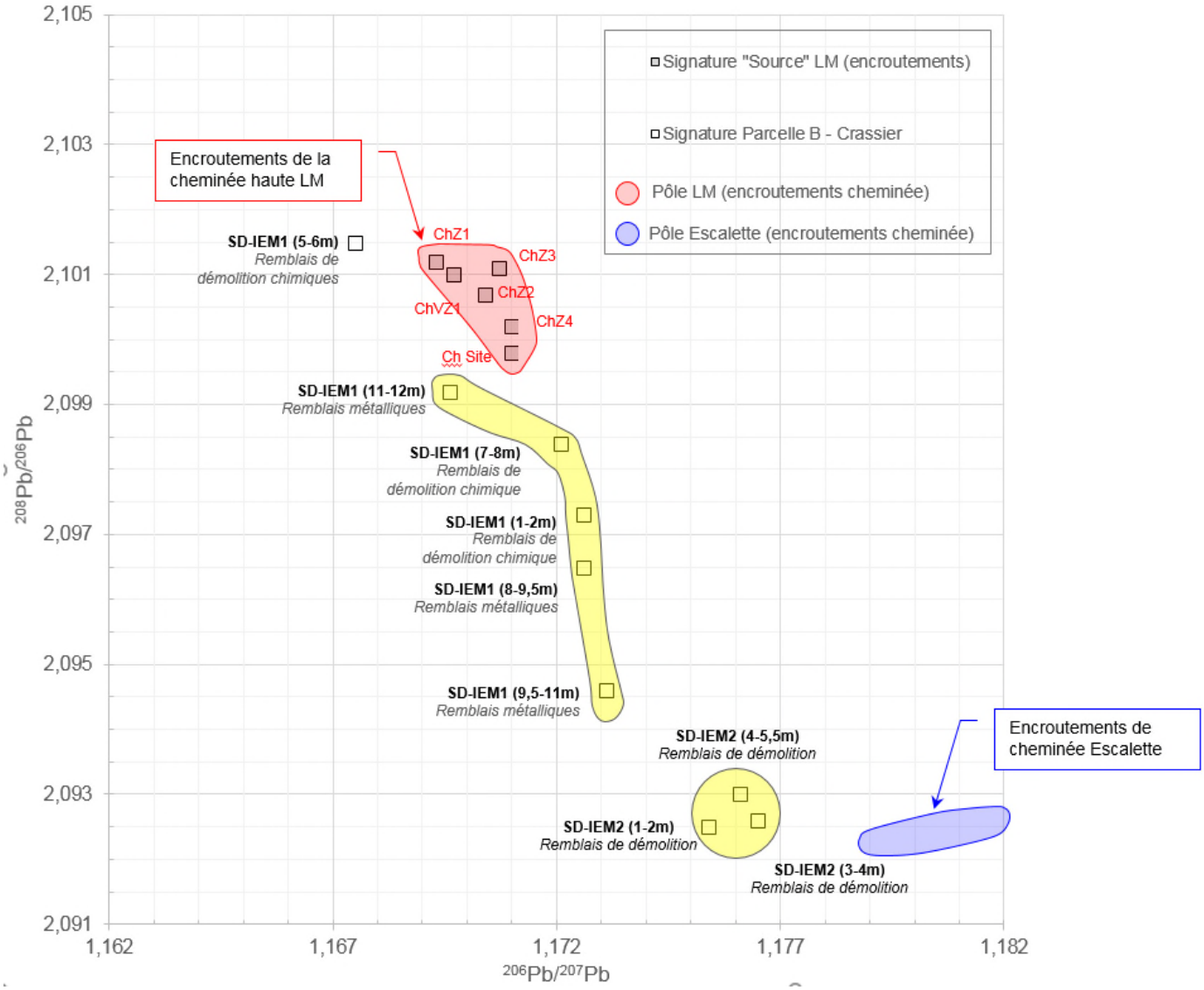


Figure 46 : Signatures en plomb des sources du Site de la Madrague et Escalette (encroutements et sols de la Parcelle B)

La Figure 46 met en évidence :

- L'absence de différence significative entre les différents encroutements tout le long de la cheminée depuis le site jusqu'à l'exutoire de la cheminée dans le parc des Calanques. **Les encroutements du Site de la Madrague se différencient très clairement de la signature Isotopique des encroutements de l'Escalette** ; cette première observation permet d'affirmer que les fumées et les émissions en provenance de l'Escalette présentent des signatures très différentes qui permettront potentiellement de tracer les origines des retombées des poussières selon la méthode d'isotopie du plomb.

- Des rapports isotopiques différents pour les 6 prélèvements au sein de la partie Ouest du crassier, sans cohérence de répartition verticale, traduisant une hétérogénéité des dépôts. Il n'est ainsi pas possible à partir de l'isotopie du plomb d'identifier la succession des résidus ou laitiers métallifères issus du grillage de la galène (sur la 1ère période d'activité de plomb et supposé au fond du crassier) ou de la pyrite (sur la 2ème période d'activité pour l'acide sulfurique supposé sur l'horizon intermédiaire avant le passage aux remblais de démolition).
  Il est à noter que la signature isotopique des encroutements correspond à la moyenne des dépôts issus des fumées accumulés sur la cheminée sur la durée d'exploitation de l'usine alors que les dépôts de déchets au droit du crassier traduisent plus l'origine à court terme des matières premières exploitées. Les rapports isotopiques des matériaux du crassier se positionnent ainsi entre 2 pôles pouvant correspondre à deux empreintes de mélange de gisements différentes.
  Par ailleurs il est possible que les deux usines de l'Escalette et du Site de la Madrague aient utilisé les mêmes gisements miniers à des périodes données.

- L'absence de différence significative dans les prélèvements dans le crassier Est (IEM2) correspondant aux remblais tardifs constitués de remblais de démolition et d'apports. Leur signature isotopique apparait significativement différente de celle des prélèvements du crassier Ouest (IEM1). Leur proximité avec la signature des encroutements de l'Escalette peut laisser à penser que les matériaux de démolition issus du Site de la Madrague comprennent éventuellement des remblais qui auraient été mis en place lors de la création de la plateforme C et dont l'origine est industrielle et potentiellement pour partie issue de l'Escalette.

L'analyse isotopique permet de distinguer une signature pour les émissions de fumées issues du site de la Madrague et de l'Escalette qui permettra de tenter de tracer les origines des retombées des poussières hors site.
Elle ne permet pas d'associer une signature aux différents matériaux de remblais à l'exception des remblais de démolition récents déposés en surface.
En revanche les différentes signatures du crassier pourront mettre en perspective les résultats sur les sols des jardins dans l'aire d'influence des dépôts de poussières du crassier.

10. CARACTÉRISATION DU MILIEU « SOLS » HORS SITE

Afin de permettre une cartographie fine des métaux lourds dans les sols de surface des jardins et espaces non revêtus à usage sensibles environnants, des investigations selon une répartition homogène autour de l'ancien Site de la Madrague ont été réalisées sur un secteur d'influence de 1 km autour du site à l'étude.

Le plan d'échantillonnage optimale consisterait en un plan systématique, dans la pratique et au regard des contraintes d'accès (assujetti au consentement des riverains) le plan d'échantillonnage adopté combinera une approche systématique et aléatoire.

La caractérisation des sols de surface dans le voisinage du site permettra d'évaluer l'impact passé et actuel du site sur son environnement et d'évaluer in fine les enjeux sanitaires (§15).

Comme présenté au paragraphe 5.4 « Synthèse des traceurs retenus », les analyses porteront sur les composés métalliques, et suivront la méthodologie présentée de recherche des 8 ML, isotopie et paragénèse afin de tenir compte des influences indépendantes du site.

10.1 Investigations mises en œuvre

Les investigations ont reposé sur le milieu sols dans sa partie superficielle du fait :

- D'une contamination envisagée reposant sur des retombées atmosphériques ou des dépôts de poussières issus du site vers son voisinage
- Et d'une exposition liée au transfert par contact direct.

La stratégie d'échantillonnage mise en œuvre est conforme à la démarche appliquée (particulièrement par l'INRA) dans le cadre d'études d'impact au Plomb notamment consistant en la réalisation de prélèvements sur un secteur d'influence de 1 km autour du site à l'étude (la plateforme industrielle et l'exutoire de la cheminée rampante).

Le plan d'échantillonnage optimal prévoyait un plan systématique. Dans la pratique et au regard des contraintes d'accès (assujetti au consentement des riverains) le plan d'échantillonnage effectué a été de type aléatoire stratifié (car il intègre quoi qu'il en soit le découpage de la zone par secteurs (strates) homogènes).

Dans un premier temps, seules les parcelles pertinentes d'un point de vue historique ont été sélectionnées par confrontation des photographies aériennes anciennes afin d'identifier l'année depuis laquelle les parcelles n'ont *a priori* pas été remaniées.

Dès le début de la campagne, de nombreuses problématiques ont été rencontrées :

- Les photographies aériennes mises à disposition par l'IGN ne sont pas totalement couvrantes, aussi, des lacunes temporelles ne permettent pas d'identifier les modifications d'usage (par exemple : lacune entre 2011 et aujourd'hui),
- Des informations contradictoires entre les hypothèses faites suite à l'étude des clichés historiques et les observations de terrain / interviews réalisées lors de la campagne,
- Peu de réponses dans certaines zones (absences et/ou refus des habitants).

Une stratégie plus systématique a donc été mise en œuvre afin d'optimiser la collecte de données.

Les prélèvements ont été réalisés dans les jardins particuliers, les espaces verts publics urbains et les espaces naturels publics selon un découpage du périmètre à l'étude en :

- 9 secteurs (référencés « S1 » à « S9 ») pour les zones urbaines, chacun divisé en Zones (référencées « Z1 » à « Zn ») correspondant à une parcelle spécifique (habitation, espace publique, etc.), d'où la nomenclature « SmZn éch» retenue dans la dénomination des échantillons.

Pour ce secteur la stratégie d'échantillonnage a été de :

- caractériser entre 10 et 20 parcelles réparties sur l'ensemble de chaque secteur afin d'obtenir une cartographie de qualité des sols couvrant chaque zone géographique. Elle a été fortement contrainte par l'obtention des autorisations d'accès. Ainsi en l'absence d'autorisation des occupants, le nombre de parcelles investiguée a été limitée pour les secteurs 1 à 4, 7 et 9.

- réaliser un prélèvement par parcelle/zone de manière systématique afin de disposer d'un maximum d'échantillon et d'optimiser les informations. Le nombre de prélèvement a été adaptée à la superficie de sol des jardins sans recouvrement de surface et accessible (en moyenne 1 échantillon par 200 m²) et également à l'usage conditionnant la profondeur échantillonnée.

ERG s'est présenté sur près de 440 propriétés, dont 78 ont pu être visitées et faire l'objet de prélèvements de sol (Tableau 18).
Les interviews associées aux prélèvements réalisés permettent d'avoir le recul nécessaire pour évaluer la pertinence de réaliser l'analyse et définir ainsi la stratégie analytique à postériori.

Il apparait au regard des cartographies des usages répertoriés en annexe A2.1 que les lieux échantillonnés apparaissent représentatifs en termes d'expositions avec des investigations sur les secteurs d'espaces verts et parcs publiques, des habitations individuelles et collectives dont à proximité directe d'une ASMAT (localisée à moins de 450 m à l'Est du site, au 91 avenue de la Madrague) et au droit d'un centre équestre (qui est directement à proximité d'ERP (théâtre Nord, institut régionale du travail social)). En effet, compte tenu de l'ampleur de la zone d'étude et des nombreux usages sensibles existants, l'IEM a été menée d'une manière pragmatique dans un souci de représentativité en termes de couverture de la zone d'influence potentielle du site et non pas d'une stratégie systématique (avec plus de 250 prélèvements de sols).

- 3 secteurs distincts <u>pour les espaces naturels</u> :

* La zone « chasse » : correspondant à une zone fréquentée par des promeneurs et des chasseurs et située au sud-ouest du site au niveau de la crête ouest du principal talweg du site.

* La zone « TM » : L'objectif étant de voir l'impact des retombées atmosphériques dans un environnement très proche de l'exutoire de la cheminée verticale haute, dont la fréquentation consiste exclusivement en des promeneurs éventuels.

* La zone « transects calanques » : correspondant à une zone située au sud de l'exutoire de la cheminée rampante et dont la fréquentation consiste exclusivement en des promeneurs éventuels. L'objectif étant de voir si une décroissance des teneurs en ETMM dans les sols de surface est visible en s'éloignant de l'exutoire de la cheminée, en lien avec la topographie accidentée locale. On notera que la cheminée verticale du Site de la Madrague ne se situe qu'à environ 650 m à l'est de l'exutoire de la cheminée rampante de l'Escalette.

Pour ce secteur, la stratégie d'échantillonnage a été de dresser un profil de la qualité des sols en fonction de l'éloignement à la cheminée (environ 1 prélèvement tous les 100 ml) tout en s'adaptant aux contraintes d'accès liées à la topographie.

Les échantillons dans les calanques ont été prélevés à proximité des sentiers susceptibles d'être fréquentés par des promeneurs et des chasseurs et situées au sud-ouest du site et au niveau de la crête ouest du principal talweg du site.

Des investigations ont été ajoutées sur ce secteur des espaces naturels avec pour objectif de caractériser la zone nommée « Zsc » s'étendant autour et entre les exutoires des cheminées du Site de la Madrague et du site de l'Escalette. Elle est limitée au sud par la zone « transects calanques » et elle englobe les zones « chasse » et « TM ».

Par ailleurs des prélèvements ont également été réalisés afin de mieux caractériser le bruit de fond naturel hors zone d'influence des anciennes activités industrielles recensées. Il s'agit des échantillons :

- « BDF NU », 3 échantillons localisés à proximité du Parc Pastré sur le rayon d'un kilomètre par rapport au site, en limite de zone d'étude à l'Ouest,
- « BF GN », 6 échantillons localisés dans le Parc National des Calanques à proximité du Plateau de l'homme Mort à environ 1.8 km par rapport à l'exutoire de la cheminée rampante.

Les profondeurs d'investigations, conformément à la méthodologie, ont tenu compte des usages recensés sur chacune des zones identifiées :

Usage	Profondeur / échantillon	Stratégie
Espaces verts ou jardins	0 - 5 cm	Impact par retombées atmosphériques Exposition par contacte directe
	5 - 25 cm	Sols sous-jacents *Adaptation selon la lithologie ou les constats organoleptiques*
	25 - 100 cm	Sols sous-jacents *Adaptation selon la lithologie ou les constats organoleptiques*
Potagers	0 - 5 cm	Impact par retombées atmosphériques Exposition par contacte directe
	0 - 50 cm	Sols sous-jacents Vérification de la qualité des sols au niveau de la zone d'enracinement des cultures
	50 - 100 cm	Sols sous-jacents *Adaptation selon la lithologie ou les constats organoleptiques*
Vergers	0 - 5 cm	Impact par retombées atmosphériques Exposition par contacte directe
	0 - 100 cm	Sols sous-jacents Vérification de la qualité des sols au niveau de la zone d'enracinement des cultures

Les investigations ont été réalisées en plusieurs campagnes par deux ingénieurs d'ERG ENVIRONNEMENT. La première campagne s'est déroulée du 12 septembre au 27 octobre 2017 pour la quasi-totalité des prélèvements de sols hors site. Les transects dans les calanques ont été réalisés le 11 janvier 2018 et des compléments d'investigations dans les secteurs 1, 3, 6 et dans les zones Zsc, BDF NU et BF GN ont été réalisés entre le 3 et le 13 septembre 2018.
La méthode d'investigations mise en œuvre a consisté en la réalisation de prélèvements de sols à la tarière manuelle et à la pelle de jardinage en inox.




Réalisation des prélèvements de sols superficiels (tarière manuelle et pelle manuelle)

Les prélèvements de sol de surface ont été constitués d'un échantillon composite rassemblant 5 prises unitaires sur une superficie d'environ 3x3 m. L'échantillon sous-jacent a été constitué au moyen d'un prélèvement unitaire. Les échantillons ont été prélevés par un technicien au moyen d'une tarière à main ou d'une pelle manuelle en INOX et homogénéisés dans un récipient en INOX, avant d'être conditionnés dans des flacons en verre pour envoi au laboratoire.

La technique de forage à la tarière manuelle ou à la pelle manuelle est limitée par la lithologie des horizons investigués. Si les matériaux ne présentent pas une bonne cohésion ou s'ils contiennent des blocs ou gros cailloux il est difficile de remonter des matériaux.

Après confection de l'échantillon, le point de prélèvement est rebouché avec les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie. La zone a été aplanie après intervention afin de ne pas laisser un trou en place et aucun excédent n'est généré.

Un prélèvement de sol est réalisé par couche lithologique rencontrée, sauf lors d'observations organoleptiques franches. Les échantillons ont été confectionnés à partir des prélèvements réalisés sur un même horizon. Les échantillons ainsi obtenus sont représentatifs des matériaux rencontrés sur toute l'épaisseur investiguée. Entre chaque sondage, les outils sont soigneusement nettoyés afin d'éviter toute contamination croisée.

Chaque sondage de sol effectué a fait l'objet d'une coupe lithologique, d'un relevé des observations organoleptiques (couleur et aspect) des matériaux rencontrés et d'un prélèvement de sol caractéristique. Ces informations sont compilées en **annexe A5.1.**

Les investigations de terrain ont été réalisées par ERG suivant les normes en vigueur :

- *Norme **AFNOR NF X 31-620** « Qualité du sol – Prestations de service relatives aux sites et sols pollués »,*
- *Norme AFNOR X 31-100 « Qualité du sol - Echantillonnage - méthode de prélèvement d'échantillons de sol» (12/1992) ;*
- *Norme AFNOR X 31-008-1 (NF ISO 10381-1) « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 1 : lignes directrices pour l'établissement des programmes d'échantillonnage » (05/2003) ;*
- *Norme AFNOR X 31-008-2 (NF ISO 10381-2) « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 2 : lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage » (03/2003) ;*
- *Norme AFNOR X 31-008-5 (NF ISO 10381-5) « Qualité du sol - Echantillonnage - Partie 5 : lignes directrices pour la procédure d1nvestigation des sols pollués en site urbains et industriels » (12/2005).*

Le tableau suivant synthétise la campagne de terrain réalisée sur les 9 secteurs et les trois zones spécifiques :

Nom du secteur	Nombre total de zones visitées	Nombre de zones investiguées	Nombre d'échantillons prélevés
Chasse	Non concerné		6 (2 échantillons ont été reprélevés lors de la seconde campagne pour des raisons analytiques)
TM	Non concerné		3
Transects calanques	Non concerné		16 (1 échantillon a été reprélevé lors de la seconde campagne pour des raisons analytiques)
Zsc	Non concerné		12
BDF NU	Non concerné		3
BF GN	Non concerné		6
Secteur 1	22	9	27
Secteur 2	13	4	7
Secteur 3	29	8	28
Secteur 4	51	8	20
Secteur 5	50	13	25
Secteur 6	114	22	52
Secteur 7	62	6	12
Secteur 8	111	16	31
Secteur 9	25	6	11
TOTAL	477	92	259

Tableau 18 : Campagne d'investigations de sol – nombre de zones investiguées par secteur

Au total 247 échantillons de sols ont ainsi été prélevés dans le cadre des campagnes de prélèvement des sols de surface hors Site de la Madrague.

10.2 Compte-rendu de terrain

Lors de la campagne d'investigations des sols hors site, un compte rendu de campagne a été réalisé et mis à jour après chaque journée d'intervention afin de recenser les interviews réalisés ainsi que les observations de terrain.

Ce compte rendu de terrain est présenté en **annexe A5.1** et récence pour chacune des zones les éléments suivants : Nom secteur / Nom zone / Matrice (SOL) / SPP-Usage-Origine du sol / Remarques de terrain / Nom du sondage / Profondeur du sondage / Nom du prélèvement / Date du prélèvement ou raison du refus ou date de l'absence le cas échéant.

Les plans d'implantation des prélèvements réalisés dans le cadre de la présente mission sont présentés en **annexe A5.2**.

D'après les informations recensées dans le compte rendu de terrain, il apparait que plusieurs grands types de matériaux sont présents au droit de la zone d'étude :

- des sols « naturels » sans apports anthropiques généralement sableux,
- des remblais avec apports anthropiques « métalliques » – présence de scories, de mâchefers, de résidus noirs carbonés, de pépites métalliques rouilles, …
- des remblais avec apports anthropiques « divers » – présence de briques, de béton, de céramique, de débris de démolition, de verre, de résidus blancs ou noirs, …
- des sols « naturels » avec fragments de charbon - présence de fragments de charbon de pépites noires charbonneuses, …

Les descriptions lithologiques ainsi que les informations communiquées par les riverains (usage des zones, pratiques sur les zones, origines des sols, …) lors des interviews réalisés lors des campagnes d'investigations ont permis d'orienter le programme analytique.

Les usages recensés sur les parcelles présentent une majorité de jardins, 17 parcelles à usage de potager et 20 parcelles de type vergers (présentant des arbres fruitiers).
Le tableau suivant synthétise la répartition géographique de ces usages :

Nom du secteur	Parcelle avec potager	Parcelle avec arbres fruitiers	Parcelle avec potager et arbres fruitiers
Secteur 1	1	-	1
Secteur 2	-	2	1
Secteur 3	1	-	3
Secteur 4	-	-	-
Secteur 5	-	1	1
Secteur 6	3	2	5
Secteur 7	1	3	-
Secteur 8	-	-	1
Secteur 9	-	1	-
TOTAL	**6**	**9**	**12**

Les mesures réalisées avec le PID (*Photo-Ionisator-Detector – mesure réalisée avec une lampe 10.6 eV*) ont révélé des mesures nulles, indiquant l'absence de composés volatils dans les matériaux prélevés au droit de la totalité des prélèvements réalisés.

Quelques particularités ressortent du compte rendu de terrain et ont été prises en compte dans la stratégie analytique :

- Zone publique avec poubelles et déchets en surface (S1Z2),
- Présence de déchets dans les sols et en surface (S3Z1 et S5Z15),
- Remblais en place depuis plus de 10 ans et usage de produits phytosanitaires (S5Z10),
- Une zone de décharge sauvage (S5Z13),
- Présence de traces jaunes de souffre dans les sols (S5Z16),
- Feux récents pour brûler les déchets (S5Z38),
- Présence d'une cuve à fuel (S6Z3, S8Z3),
- Présence de gros éléments calcinés (scories) dans le jardin en surface et en profondeur – le père travaillait sur le Site de la Madrague – apport du site potentiel (S6Z44),
- Épandage de cendre de barbecue sur les sols (S7Z98) ou de reste de poisson (S8Z111),
- Présence d'un poste Transfo à proximité (S9Z14).

Le tableau suivant synthétise les observations lithologiques de terrain par secteur investigués.

Seuls les prélèvements analysés sont présentés dans le tableau ci-dessous et aucune distinction des horizons de surface ou des horizons sous-jacents n'est prise en compte ici.

Nom du secteur	Nombre d'échantillons prélevés	Nombre d'échantillons analysés	Sols « naturels » sans apports anthropiques généralement sableux	Remblais avec apports anthropiques « métalliques »	Remblais avec apports anthropiques « divers »	Sols « naturels » avec fragments de charbon
Chasse (*)	8	8	8		1	
TM	3	3	1	1		1
Transects calanques	17	17	17			
Zsc (*)	12	12	10		2	
Secteur 1	27	24	10	3	14	27
Secteur 2	7	7	7			
Secteur 3	28	26	5	11	10	
Secteur 4	20	10	6		4	
Secteur 5	26	7			7	
Secteur 6	52	38	21		6	11
Secteur 7	12	11	11			
Secteur 8	31	18	2		7	9
Secteur 9	11	7	3		4	
TOTAL	**253**	**188**	**101**	**12**	**54**	**21**

(*) Dans l'analyse des résultats les 2 prélèvements complémentaires de sols (Phase 2) référencés « Zsc7 » et « Zsc8 » sont considérés comme appartenant à la catégorie « Chasse » au regard de leur positionnement géographique et des pratiques potentielles.

Parmi les 188 échantillons analysés, 132 échantillons ont été prélevés dans l'horizon de surface et 56 échantillons sont représentatifs des sols sous-jacents. 9 échantillons ont été prélevés dans l'horizon de surface pour compléter la caractérisation du bruit de fond naturel hors secteur urbain.

Il apparait que les secteurs 6 et 8 présentent de nombreux échantillons contenant des fragments de charbon et que la majorité des secteurs riverains présente de nombreux remblais divers.

L'occurrence de charbon dans les sols peut s'expliquer par des incendies ou par des pratiques spécifiques au droit des parcelles : certains riverains ont expliqué rependre des cendres de cheminées et/ou de barbecue dans les jardins.

D'après une interview réalisée dans le secteur 6, il semblerait que plusieurs incendies aient marqué le quartier :

- Un incendie avant 1990,
- Un incendie vers 2008 – 2009 à priori circonscrit au stade de sport situé à côté du site et sur la colline,
- Un crash de canadair (Le Pélican) sur la colline de Marseilleveyre le 4 août 1983 en combattant l'incendie qui menaçait Marseille.

Par ailleurs, 6 particuliers ont autorisé les prélèvements sous réserve de disposer des résultats (S6Z15, S8Z50, S3Z28, S1Z18, S1Z21, S6Z16).

Les figures suivantes présentent les cartographies de répartition de la nature des matériaux présents en surface et en profondeur sur la totalité de l'emprise d'étude.

Nous notons que plus de 60% des sols de surface des parcelles de riverains présentent des indices de remblais avec des mâchefers, des débris de charbon ou de démolition. Il est important de souligner que :

- Les secteurs S3 et S5 se singularisent par la présence systématique de remblais dans les sols de surface au niveau de l'ensemble des 16 parcelles investiguées (9 sur le secteur 3 et 7 sur le secteur 5)
- Les secteurs S8 et S6 présentent également une majorité de sol de surface en nature de remblais (charbon et débris de démolition). Il en est de même pour les secteurs S1 et S4 (débris de démolition) où plus de 50% des sols de surface présentent des débris de démolition mélangés.
- Les secteurs S2 et S7 ne présentent aucun indice organoleptique dans les sols de surface (TN ou remblais).

Enfin, nous notons que selon la cartographie des usages reportées en annexe A2.1, les investigations ont permis de cibler certains secteurs à usage sensible malgré les difficultés d'accès rencontrées, notamment en limite du Parc Pastré, le Parc des Calanques, des espaces verts publics, un centre aéré et un centre équestre.

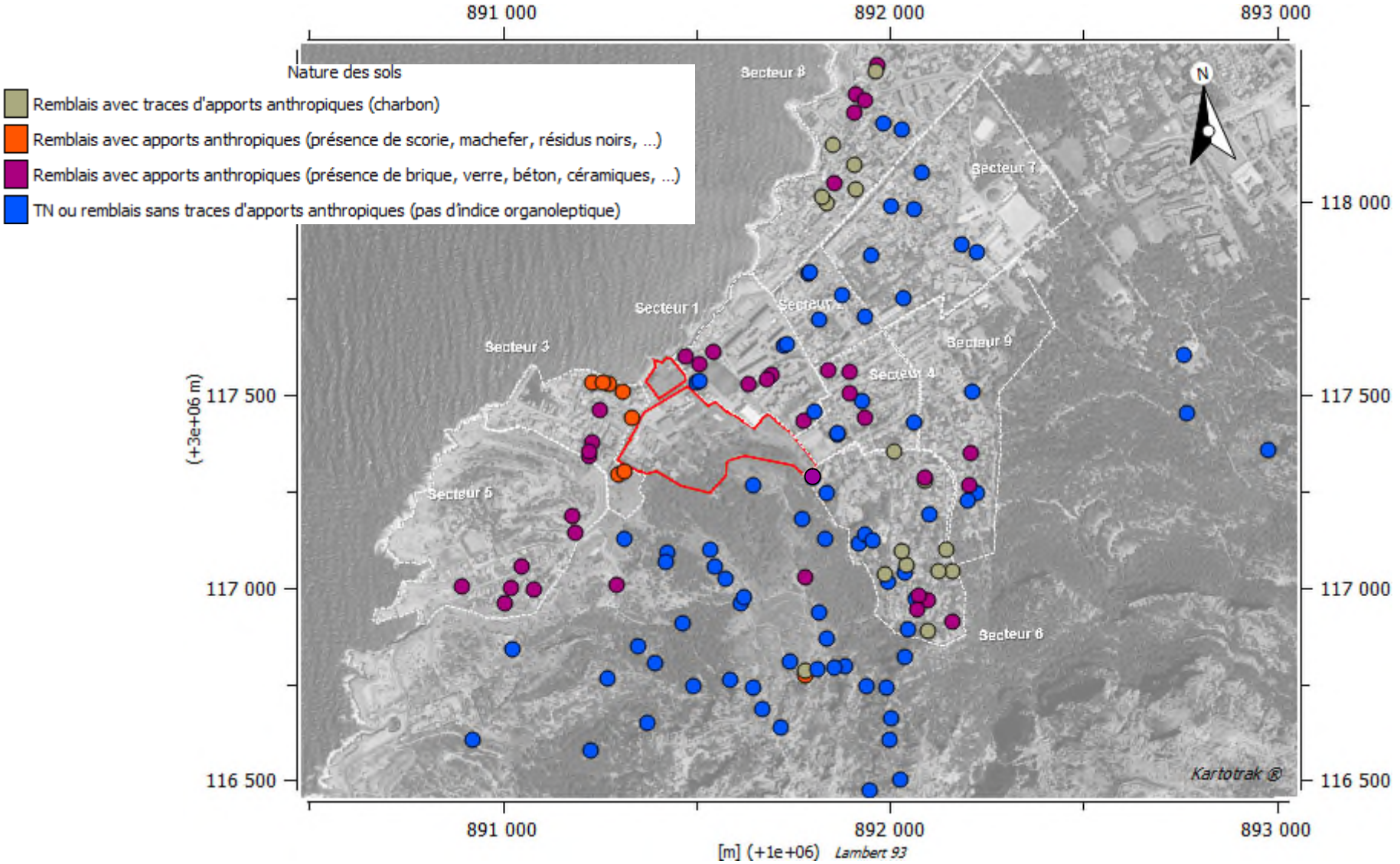


Figure 47: Cartographie de répartition de nature des sols - SOL DE SURFACE

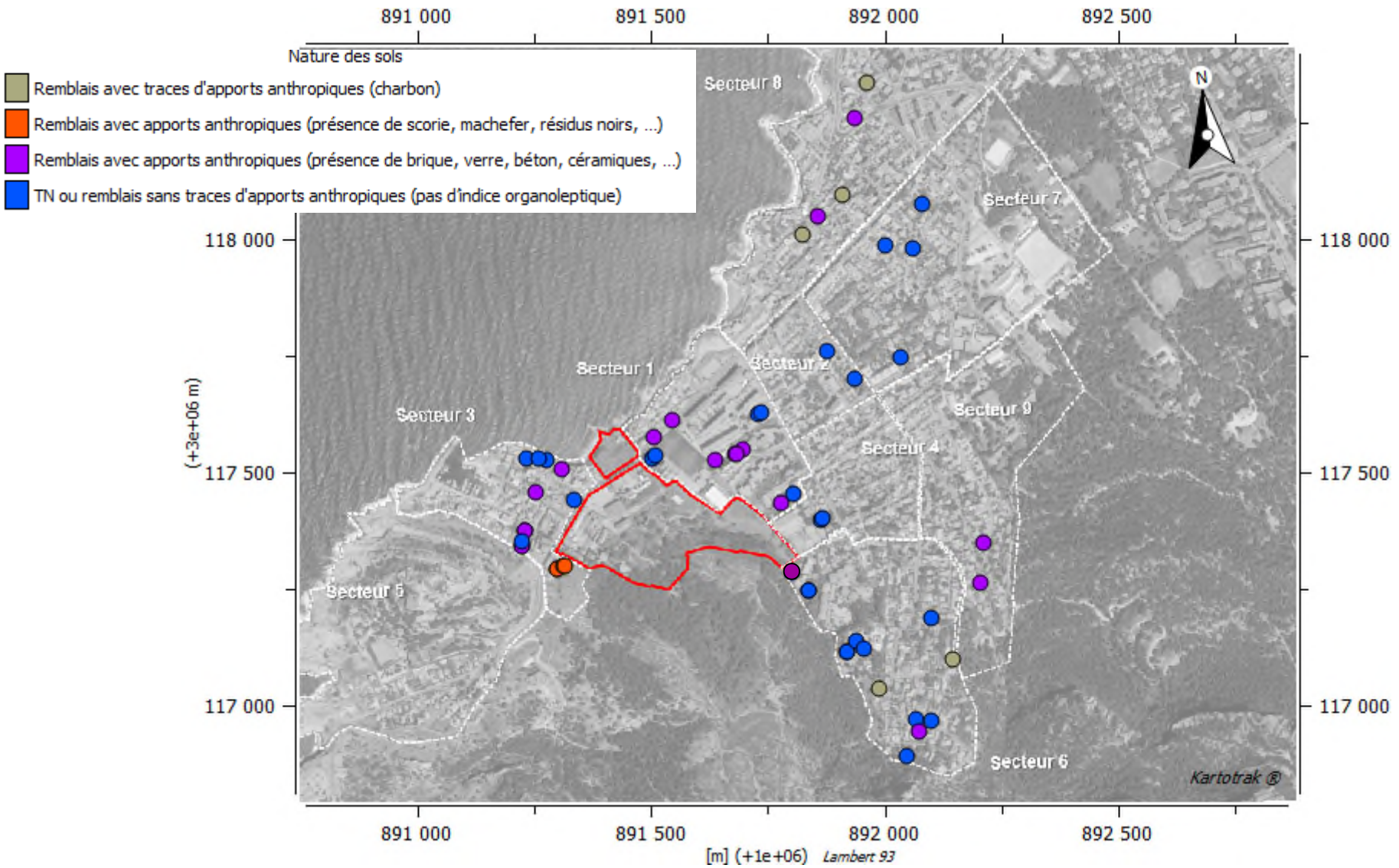


Figure 48: Cartographie de répartition de nature des sols – SOL SOUS-JACENTS

10.3 Programme analytique mis en œuvre

Les analyses chimiques ont été confiées au Laboratoire EUROFINS possédant une accréditation du COFRAC. Il est à noter que le Laboratoire EUROFINS, dans le cadre de sa démarche qualité (accréditation COFRAC), nous fournit directement le flaconnage. Outre la réalisation d'une partie des analyses, EUROFINS a également assuré la préparation des échantillons (tamisage conforme aux protocoles analytiques et élaboration de sous échantillons homogènes) afin d'obtenir 2 sous échantillons homogènes pour chaque échantillon : l'un[30] destiné être analysé par Eurofins et l'autre destiné à être conservé pour envoi éventuel au CEREGE pour analyse complémentaire.

Compte tenu de l'ampleur de la zone d'étude et des nombreux usages sensibles existant l'IEM a été menée d'une manière pragmatique dans un souci de représentativité en termes de couverture de la zone d'influence potentielle du site et non pas d'une stratégie d'exhaustivité. Ainsi 188 échantillons ont été retenus sur les 253 prélevés.

Le programme d'échantillonnage a été établi sur la base d'un jugement d'expert à partir des descriptions lithologiques ainsi que des informations communiquées par les riverains (usage des zones, pratiques sur les zones, origines des sols, …) lors des interviews réalisés.

L'objectif de la caractérisation des sols étant de déterminer l'existence d'un potentiel impact du site sur son environnement, les échantillons pouvant présenter des artéfacts divers (zone de brûlage, emploi de produits chimiques, …) ont été évités afin de ne pas fausser les interprétations.

Toutefois dans un souci de complétude tous les types de sols ont été soumis à l'analyse, avec ou sans indices organoleptiques de remblais de tout type (mâchefer, scorie, résidus de combustion, débris de démolition, …) dans la mesure où ils représentent une situation d'exposition pour les riverains, en tenant compte d'une répartition spatialement homogène des analyses.

Le détail de la stratégie de sélection des échantillons analysé est présenté dans le compte rendu de terrain en annexe **A6.1**.

Les résultats analytiques devront tenir compte des informations compilées dans le compte rendu de terrain afin d'évaluer l'influence d'un potentiel artefact.

La stratégie analytique mise en œuvre est synthétisée dans le tableau ci-dessous. Les analyses ont en premier lieu concerné la caractérisation des teneurs totales en 8 ETM caractéristiques sur les échantillons. Dans un second temps, une sélection des échantillons les plus pertinents a été effectuée pour réalisation d'analyses des cyanures, des dioxines et furanes et d'analyses isotopiques et des paragénèses permettant d'étudier l'origine des métaux présents. Enfin, dans un dernier temps, sur la base des résultats des 2 premiers types d'analyses, certains échantillons ont été sélectionnés pour des analyses de bioaccessibilité.

			Nombre d'échantillons analysés							
Nom du secteur	**Nombre de zones investiguées**	**Nombre d'échantillons prélevés**	**Cyanures**	**Dioxines et furanes**	**8 ML**	**Bioacces. As**	**Bioacces. Cd**	**Bioacces. Pb**	**Isotopie**	**Paragénèse**
Chasse	Non concerné	6 (*)		2	8	1	1	1	2	4
TM	Non concerné	3		1	3	1		1	1	1
Transects callanques	Non concerné	16 (*)			17					8
Zsc	Non concerné	12			12					12
BDF NU	Non concerné	3			3					3
BF GN	Non concerné	6			6					5
Secteur 1	9	27	14		24				4	5
Secteur 2	4	7			7		1	1	2	3
Secteur 3	8	28	11		26	1	1	1	3	4
Secteur 4	8	20			10			1	1	4
Secteur 5	13	25			7	2	2	2	4	4
Secteur 6	22	40			38	2	2	3	2	7
Secteur 7	6	12			11			1	1	3
Secteur 8	16	31			18		3	3	4	6
Secteur 9	6	11			7			1		3
TOTAL	**90**	**259**	**29**		**183**	**7**	**10**	**15**	**25**	**72**

(*) des échantillons ont été reprélevés lors de la seconde campagne pour des raisons analytiques

[30] Le sous échantillon destiné à être analysé par Eurofins comprend en réalité 2 sous échantillons : l'un utilisé pour les 1ères analyses et l'autre mis en réserve en cas de nécessité (comme une analyse complémentaire de bioaccessibilité par exemple ou une contre-analyse).

10.4 Critères d'interprétation des résultats

La méthodologie de l'IEM décrite dans les textes d'avril 2017 (mise à jour de la circulaire du 8 février 2007) préconise de comparer les résultats obtenus dans le cadre des diagnostics à différentes valeurs qui peuvent être :

- Les valeurs de gestion en vigueur mises en place par les pouvoirs publics, selon le contexte, les usages et les milieux. Ces valeurs de gestion correspondent aux niveaux de risque acceptés par les pouvoirs publics pour l'ensemble de la population française ;
- Les valeurs d'analyse de la situation pour les sols, les gaz du sol, l'air intérieur et l'air extérieur, en l'absence de valeurs de gestion pour certaines substances ;
- L'environnement local témoin et les référentiels locaux disponibles ;
- Les données de qualité disponibles sur les différents milieux d'expositions des populations, par exemple, les données de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) et autres bases référencées pour chaque milieu d'exposition telles que les valeurs EAT (Eude de l'Alimentation Totale) de l'ANSES17 pour les denrées alimentaires.

A l'heure actuelle, aucune valeur réglementaire n'existe concernant l'interprétation des données relatives au milieu « Sol » sur le plan environnemental.
Dans ces conditions, nous proposons ici une approche cohérente avec les grands principes de la méthodologie nationale relative aux sites et sols pollués, les valeurs indicatives disponibles au moment de notre étude, de la typologie des polluants et de notre retour d'expérience.

Il est important de replacer dans leur contexte les teneurs mesurées lors du diagnostic en ayant recours à des valeurs de comparaison. Les métaux lourds présents dans les sols peuvent en effet être d'origine naturelle, même s'ils sont présents en teneurs très élevées (c'est par exemple, le cas de l'arsenic dans le Massif Central). L'interprétation des analyses de métaux lourds dans les sols aboutit, par conséquent, à comparer les teneurs mesurées par rapport aux milieux naturels. Pour cela, il est nécessaire de connaître les fonds géochimiques naturels, et notamment, les anomalies géochimiques.

- **Détermination du bruit de fond (environnement local témoin)**

Le bruit de fond incluant le fond géochimique naturel et les apports anthropiques a été estimé en s'appuyant sur la norme NF EN ISO 19258 de septembre 2018. La démarche est détaillée en annexe **A6.4**, seuls les résultats sont repris ici pour les sols urbains ne présentant pas d'indice de modification anthropique d'une part et pour les sols présentant des remblais ou indice d'activité anthropique d'autre part.

ENVIRONNEMENT LOCAL TEMOIN (fond géochimique et anthropique)									
	Nb éch	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
Sans indice de remblais anthropiques	29	3-10	0,4-0,7	5-25	10-60	5-15	10-130	30-250	0,1-0,6
Avec indice de remblais anthropiques	34	3-12	0,4-0,9	5-25	10-90	5-20	10-170	30-500	0,1-0,6

Tableau 19 : bruit de fond retenu pour l'environnement local témoin (en mg/kg MS)

- **Bases de données existantes**

Il existe plusieurs bases de données sur les teneurs en Eléments Traces Métalliques (ETM) des sols français. On peut les distinguer en deux catégories :

- Les bases de données définissant des valeurs moyennes nationales :
  - la base de données ASPITET (Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces) de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA), regroupant en moyenne 700 échantillons pour chaque paramètre analysé prélevé sur 382 sites distincts répartis sur une quarantaine de départements au niveau des horizons pédologiques des sols cultivés et forestiers.

    Les textes méthodologiques d'avril 2017 précisent que dans le cadre d'une IEM, « les gammes de valeurs couramment observées dans les sols « ordinaires » de toutes granulométries issues de l'étude ASPITET de l'INRA […], correspondant à des sols naturels, peuvent être utilisées en tant que valeur d'analyse de la situation. »
- Les bases de données de valeurs retrouvées localement ou régionalement, dans le secteur du site (bruit de fond local ou urbain intégrant le bruit de fond géochimique et le bruit de fond anthropique),
  - Les cartes des teneurs en ETM des sols, de la base de données INDicateurs de la QUAlité des SOLs (INDIQUASOL), réalisées par le Groupement d'intérêt Scientifique Sol (GIS Sol), à partir d'échantillons de sol superficiel (0-30 cm et 30-50 cm du sol) issus de 2200 sites, uniformément répartis sur le territoire français (mailles carrées de 16 km de côté) entre 2001 et 2008 par le Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS). Ces cartes donnent la tendance régionale en prenant en compte à la fois le bruit de fond géochimique et les apports d'origine anthropique. Les concentrations en ETM correspondent aux teneurs limites au-delà desquelles une valeur peut être considérée comme anomalique au niveau local (département).

Les données issues du programme ASPITET de l'INRA[31] sont présentées dans le Tableau 20.

Les gammes de valeurs présentées correspondent à divers horizons de sols, pas seulement les horizons de surface labourés. Les teneurs sont exprimées en mg/kg de "terre fine" (< 2 mm). Les numéros entre parenthèses renvoient à des types de sols effectivement analysés, succinctement décrits et localisés ci-après.

Tableau 20 - Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France) – Gamme de valeurs « ordinaires » et d'anomalies naturelles

	Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries (en mg/kg de terre fine)	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées (en mg/kg de terre fine)	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles (en mg/kg de terre fine)
As	1,0 à 25,0	30 à 60 (1)	60 à 284 (1)
Cd	0,05 à 0,45	0,70 à 2,0 (1)(2)(3)(4)	2,0 à 46,3 (1)(2)(4)
Cr	10 à 90	90 à 150 (1)(2)(3)(4)(5)	150 à 3180 (1)(2)(3)(4)(5)(8)(9)
Co	2 à 23	23 à 90 (1)(2)(3)(4)(8)	105 à 148 (1)
Cu	2 à 20	20 à 62 (1)(4)(5)(8)	65 à 160 (8)
Hg	0,02 à 0,10	0,15 à 2,3	
Ni	2 à 60	60 à 130 (1)(3)(4)(5)	130 à 2076 (1)(4)(5)(8)(9)
Pb	9 à 50	60 à 90 (1)(2)(3)(4)	100 à 10180 (1)(3)
Se	0,10 à 0,70	0,8 à 2,0 (6)	2,0 à 4,5 (7)
Zn	10 à 100	100 à 250 (1)(2)	250 à 11426 (1)(3)

(1) zones de "métallotectes" à fortes minéralisations (à plomb, zinc, barytine, fluor, pyrite, antimoine) au contact entre bassins sédimentaires et massifs cristallins. Notamment roches liasiques et sols associés de la bordure nord et nord-est du Morvan (Yonne, Côte d'Or).
(2) sols argileux développés sur certains calcaires durs du Jurassique moyen et supérieur (Bourgogne, Jura).
(3) paléosols ferralitiques du Poitou ("terres rouges").
(4) sols développés dans des "argiles à chailles" (Nièvre, Yonne, Indre).
(5) sols limono-sableux du Pays de Gex (Ain) et du Plateau Suisse.
(6) "bornais" de la région de Poitiers (horizons profonds argileux).
(7) sols tropicaux de Guadeloupe.
(8) sols d'altération d'amphibolites (région de La Châtre - Indre).
(9) matériaux d'altération d'amphibolites (région de La Châtre - Indre)

[31] Programme ASPITET de l'INRA : http://etm.orléans.inra.fr/

Le département des Bouches du Rhône, dans lequel se trouve le site étudié, ne faisant pas partie des départements dans lesquels des anomalies naturelles ont été recensées en l'état des études actuelles, les teneurs mesurées sur le site seront comparées à la gamme de valeurs pour les sols « ordinaires », à l'exception du mercure, élément pour lequel des anomalies naturelles modérées peuvent être rencontrées sur l'ensemble du territoire français.

Une recherche complémentaire sur le bruit de fond géochimique a été menée sur la base de données **RMQS** (Réseau de Mesure de la Qualité des Sols). Les valeurs de comparaison utilisées sont les seuils de détection d'anomalies du RMQS ou vibrisses pour les horizons de sol 0-30 et 30-50 cm. Ces vibrisses jouent un rôle d'indicateur de tendance régionale prenant en compte à la fois le bruit de fond géochimique et les apports d'origine anthropique. Elles correspondent à la teneur limite au-delà de laquelle une valeur peut être considérée comme anomalique. Elles permettent de détecter les anomalies ponctuelles tout en s'affranchissant d'anomalies étendues.

Les valeurs définies dans les sols sur la zone d'étude sont les suivantes. Au regard de la localisation du site, les valeurs de 2 cellules du RMQS ont été prises en compte, car la cellule 2202 dans laquelle est localisé le site ne propose pas de valeurs pour l'horizon 30-50 cm. De plus cette cellule correspond à une grande partie de mer et ne comporte donc pas nécessairement beaucoup d'échantillons, ce qui peut influencer sa représentativité.

Tableau 21 : Valeurs de détection d'anomalies définies par le RMQS en mg/kg

	INDIQUASOL - MARSEILLE secteur Montredon			
	Cellule 2203		**Cellule 2202**	
	Horizon 0-30 cm	Horizon 30-50 cm	Horizon 0-30 cm	Horizon 30-50 cm
Arsenic	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé
Cadmium	1,053	0,98375	0,9015	Non déterminé
Chrome	144,325	148,4	105,85	Non déterminé
Cuivre	101,075	99,825	72,62	Non déterminé
Nickel	101,075	92,975	80,15	Non déterminé
Plomb	122,875	90,675	78,25	Non déterminé
Zinc	173,025	212,85	155,55	Non déterminé
Mercure	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé

Remarque : Les valeurs de bruit de fond local seront prises en compte de façon prépondérante. Toutefois l'ensemble des bases de données sera également utilisé dans la mesure où elles représentent un bruit de fond national (ASPITET de l'INRA) et régional (RMQS).

Conformément aux textes méthodologiques d'avril 2017, « lorsque les teneurs mesurées ne comportent que des métaux et métalloïdes et correspondent aux gammes de valeurs couramment observés dans les sols « ordinaires » de la première colonne du Tableau [19], sous réserve que la forme rencontrée ne corresponde pas à du chrome VI ou du mercure élémentaire, la zone d'étude ne nécessite aucune mesure de gestion particulière pour les sols. »

Les données de la base ASPITET seront donc retenues dans ce cadre pour l'arsenic, seul élément pour lequel le bruit de fond local déterminé est plus faible que le seuil de l'ASPITET pour les sols ordinaires.

- **Complément de valeur concernant le Plomb – Haut Conseil de la Santé Publique**

Conformément aux textes méthodologiques d'avril 2017, les valeurs définies pour le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) pour le plomb ont été prises en compte.

Le HCSP a mené des travaux pour réévaluer l'ensemble des valeurs de gestion du plomb, en vue de réduire l'exposition au plomb de la population française. Il a établi une synthèse et des recommandations concernant la détermination de nouveaux objectifs de gestion des expositions au plomb. Ce document fixe des valeurs d'alerte pour les teneurs en plomb dans le sol :

- Un niveau de vigilance à 100 mg/Kg MS dans les sols (déclenchant une évaluation des risques sanitaires en cas de dépassement),
- Et un niveau déclenchant un dépistage du saturnisme chez l'enfant à 300 mg/Kg MS dans les sols.

En termes de valeur de comparaison, l'ensemble des bases de données sera donc utilisé et nous retiendront particulièrement pour l'analyse de la situation les valeurs de l'ELT, définies dans le cadre de cette étude, pour l'ensemble des ETM à l'exception de l'Arsenic, pour lequel nous retiendront les valeurs de la base de données ASPITET, et le seuil d'alerte (de 300 mg/kg MS pour le Plomb), fixé par le HCSP.

10.5 Présentation des résultats obtenus pour les teneurs en ETM

Les résultats analytiques obtenus dans le cadre de la campagne de caractérisation des sols hors site sont présentés dans les tableaux en **annexe A5.3**. Les bordereaux analytiques sont présentés en **annexes A5.4.**

Les résultats ont été interprétés de manière statistique et graphique (cartographies) afin de visualiser la problématique dans son ensemble et de visualiser l'impact sur le périmètre d'étude dans la globalité. Les interprétations et les conclusions seront détaillées dans les paragraphes suivants 10.6 à 10.9.

Des tableaux fournissant des données statistiques (valeurs minimales et maximales, moyenne, percentile…) sont présentés pour les différents types de matériaux rencontrés en comparant ces données statistiques aux seuils de l'ASPITET et du RMQS. Il est à noter que les calculs ont été réalisés en prenant en compte, lorsque les teneurs sont inférieures aux seuils de quantification[32], une valeur égale à la limite de quantification (Si X<LQ, alors X=LQ).

Comme précisé dans le paragraphe 10.3 et dans le compte rendu de terrain en **annexe A5.1**, sur les 258 échantillons prélevés, ce sont 188 échantillons qui ont été analysés : 132 échantillons prélevés dans l'horizon de surface et 56 échantillons représentatifs des sols sous-jacents.

La globalité des échantillons sera étudiée conjointement, c'est-à-dire qu'aucune distinction n'est faite entre les prélèvements réalisés dans les jardins des riverains et ceux réalisées dans le massif : transects calanques (TR), sols en sortie de cheminée rampante (TM) et zone de chasse (chasse).

Les résultats sont présentés de manière regroupée en fonction du comportement observé pour les différents métaux :
- *Cr et Ni, non représentatifs des sources et ne présentant pas d'anomalie notable dans les sols hors site,*
- *Hg, caractéristique des encroutements de cheminées mais peu détecté dans les sols hors site,*
- *Cu et Zn, souvent associés dans les sols,*
- *As, Cd et Pb, représentatifs de l'activité d'un site industriel (fumées).*

Nota : la faible présence de mercure hors site est en cohérence avec le gradient de décroissance des concentrations en mercure observé dans les encroutements sur le linéaire du système de condensation des fumées, de la zone 4 à la cheminée verticale haute (efficacité du système épuratoire et fumées à l'émission faiblement chargée en Hg).

10.5.1 Chrome et Nickel

Pour rappel, les valeurs de comparaison sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	Paramètres		Chrome (Cr)	Nickel (Ni)
	Unités		mg/kg MS	mg/kg MS
ELT	**sans indice de remblais anthropiques**		5-25	5-15
	avec indice de remblais anthropiques		5-25	5-20
Valeurs guides ASPITET	Sols ordinaires		10 à 90	2 à 60
Valeurs guides RMQS	Cellule 2203	horizon 0-30 cm	144,325	101,075
		horizon 30-50 cm	148,4	92,975
	Cellule 2202	horizon 0-30 cm	105,85	80,15
		horizon 30-50 cm	non déterminé	non déterminé

[32] *Le logiciel considère l'absence de données pour les valeurs inférieures aux seuils de quantification*

Les statistiques classiques réalisées sur les 132 échantillons de sols de surface et les 56 échantillons de sols sous-jacents sont présentés ci-dessous :

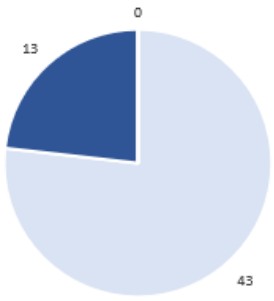
Horizon concerné	Teneur minimale - mg/kg	Teneur maximale - mg/kg	Teneur médiane - mg/kg	Teneur moyenne - mg/kg	Teneur du centile 75 - mg/kg	Teneur du centile 90 - mg/kg
Chrome (Cr)						
Sols de surface	8,5	44,8	20,5	21,0	26,9	31,2
Sols sous-jacents	8,9	45,8	18,5	19,0	22,4	27,0
Nickel (Ni)						
Sols de surface	6,5	31,1	15,8	16,8	20,1	24,7
Sols sous-jacents	9,3	27,6	15,2	15,7	17,4	21,4

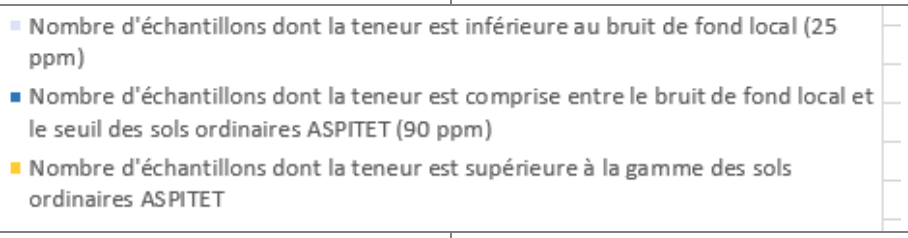
Le marquage des sols par le chrome et le nickel est similaire entre les sols de surface et les sols sous-jacents.

Chrome (Cr) dans les sols de surface

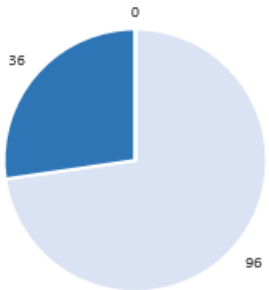


Chrome (Cr) dans les sols sous-jacent

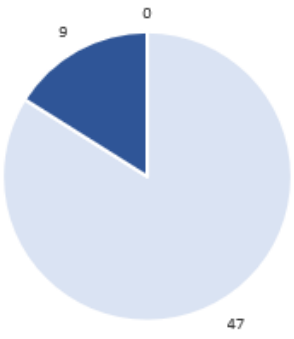


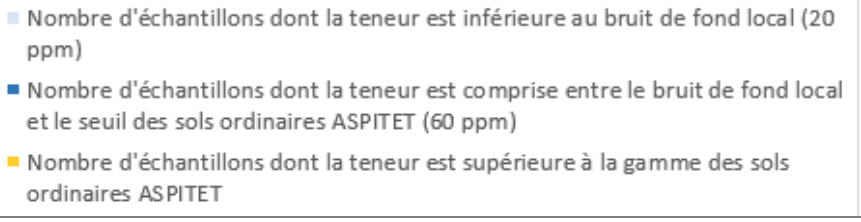


Nickel (Ni) dans les sols de surface



Nickel (Ni) dans les sols sous-jacent





Ces données mettent en évidence le fait que la totalité des échantillons présentent des teneurs comprises dans la gamme des sols ordinaires de l'ASPITET et entre 70 à 80% des échantillons présentent des teneurs inférieures au bruit de fond local.

Ces données témoignent de l'absence de marquage des sols par le chrome sur la totalité de l'emprise d'étude. Cette observation est en adéquation avec les conclusions relatives aux caractérisations des sources. L'activité du site n'a pas généré d'impact en chrome sur son environnement.

Lors de la caractérisation des sources, le nickel a été observé dans les 3 échantillons du crassier (SD-IEM 1 de 9 à 12 m) et pas dans les échantillons des cheminées.
Ainsi le nickel n'est pas ou peu transféré du minerai vers les fumées et n'induit pas d'impact sur les sols hors site par retombées de poussières. L'absence de Nickel dans les cheminées est en lien avec le fait que l'activité de grillage de pyrites était déconnectée du système de gestion des fumées par la cheminée rampante.

En l'absence d'impact significatif, aucune cartographie de répartition des teneurs mesurées en chrome et nickel n'a été réalisée sur l'emprise d'étude.

10.5.2 Mercure

Pour rappel, les valeurs de comparaisons sont synthétisées dans le tableau ci-dessous (le RMQS ne définit pas de seuil pour le mercure) :

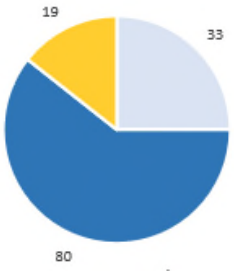
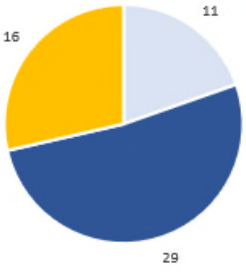
	Paramètres	Mercure (Hg)
	Unités	mg/kg MS
ELT	**Avec ou sans indice de remblais anthropiques**	0,1-0,6
Valeurs guides ASPITET	Sols ordinaires	0,02 à 0,1

Les statistiques classiques réalisées sur les 132 échantillons de sols de surface et les 56 échantillons de sols sous-jacents sont présentés ci-dessous :

Horizon concerné	Teneur minimale - mg/kg	Teneur maximale - mg/kg	Teneur médiane - mg/kg	Teneur moyenne - mg/kg	Teneur du centile 75 - mg/kg	Teneur du centile 90 - mg/kg
Sols de surface	0,10	16,8	0,24	0,49	0,38	0,79
Sols sous-jacents	0,10	13,3	0,36	0,75	0,70	1,11

Le marquage très légèrement plus élevé dans les sols sous-jacents est lié à deux échantillons ponctuels de sols qui présentent des indices de remblais (débris de démolition divers et résidus de charbon). Toutefois cette différente ne peut être retenue comme significative.

Rappelons, en outre, que le mercure n'est pas retenu comme traceur principal des activités sur le site, sur la base des caractérisations de sources présentées en chapitre 9 précédent.

Mercure (Hg) dans les sols de surface	Mercure (Hg) dans les sols sous-jacent
	

Environ 70 à 85% présentent des teneurs conformes au bruit de fond local (ELT) avec 3 échantillons dépassant 3 fois ce bruit de fond au droit de :

Nom de l'échantillon	Teneur en mercure	Nature des matériaux prélevés	SPP / Usage/Origine sol
S1Z9TM1 (0,05-0,25)	13.3 mg/kg	Sables marrons à beiges, à nombreux débris de démolition divers	SPP inconnues Arrière de maison peu accessible Origine de la terre inconnue
S8Z89TM1 (0-0,05)	2.29 mg/kg	Sables moyens bruns avec racines et matière organique, légèrement limoneux en profondeur et résidus de charbon (cendres de cheminée possible)	Pas de cuve - 2 poules Ajout de terreau et humus sur les sols
S8Z89TM1 (0,05-0,4)	2.85 mg/kg		

L'origine des anomalies en S1Z9TM1 et S8Z89 très ponctuelle est probablement liée à la présence de matériaux d'apport, sans lien avec le Site de la Madrague ou autre origine inconnue.

Lors de la caractérisation des sources, le mercure a été observé en fortes concentrations dans les encroutements de la cheminée rampante avec une décroissance des teneurs fixées depuis le site vers l'exutoire. Par ailleurs, les échantillons prélevés à proximité de l'exutoire de la cheminée restent peu marqués en mercure (teneur maximale de 1.7 mg/kg).
Aussi, l'hypothèse quant à la fixation de cet élément contenu dans les fumées le long de la cheminée (système de condensation et de traitement) semble vérifiée. Aucun impact par le mercure du site sur son environnement n'est mis en évidence.

En l'absence de marquage caractéristique, aucune cartographie de répartition des teneurs mesurées en mercure n'a été réalisée sur l'emprise d'étude.

10.5.3 Cuivre et Zinc

Pour rappel, les valeurs de comparaisons sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

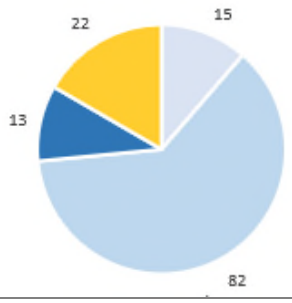
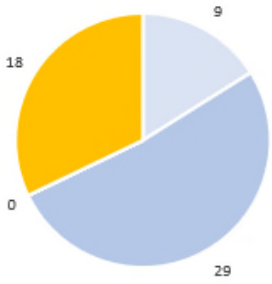
	Paramètres		Cuivre (Cu)	Zinc (Zn)
	Unités		mg/kg MS	mg/kg MS
ELT	**Sans indice de remblais anthropiques**		10-60	30-250
	Avec indice de remblais anthropiques		10-90	30-500
Valeurs guides ASPITET	Sols ordinaires		2 à 20	10 à 100
Valeurs guides RMQS	Cellule 2203	Horizon 0-30 cm	101,075	173,025
		Horizon 30-50 cm	99,825	212,85
	Cellule 2202	Horizon 0-30 cm	72,62	155,55
		Horizon 30-50 cm	Non déterminé	Non déterminé

Les statistiques classiques réalisées sur les 132 échantillons de sols de surface et les 56 échantillons de sols sous-jacents sont présentés ci-dessous :

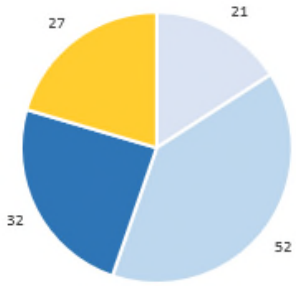
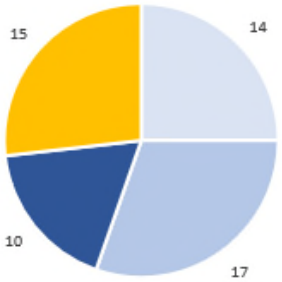
Horizon concerné	Teneur minimale - mg/kg	Teneur maximale - mg/kg	Teneur médiane - mg/kg	Teneur moyenne - mg/kg	Teneur du centile 75 - mg/kg	Teneur du centile 90 - mg/kg
Cuivre (Cu)						
Sols de surface	5	411	37	53	61	104
Sols sous-jacents	8	482	40	59	66	111
Zinc (Zn)						
Sols de surface	31	3080	223	362	398	714
Sols sous-jacents	25	2190	218	342	510	681

Le marquage des sols par le cuivre et le zinc apparait similaire entre les sols de surface et les sols sous-jacents.

Les plus fortes anomalies en Zinc sont enregistrées dans les sols de surface à l'exutoire de la cheminée (teneur de 2 290 mg/kg en TM1 équivalente à la teneur enregistrée dans les encroutements à l'intérieur de la même cheminée) et en S3Z28 dans les sols de surface et l'horizon sous-jacent (3 080 et 2 190 mg/kg) au droit d'un jardin faisant l'objet de pratiques d'apport de remblais, de cendres et de charbon..

Cuivre (Cu) dans les sols de surface	Cuivre (Cu) dans les sols sous-jacent
	

Notons que pour le cuivre, près de 75% des prélèvements présentent des teneurs au bruit de fond local et la teneur maximale ne dépasse pas 10 fois le bruit de fond local.

Zinc (Zn) dans les sols de surface	Zinc (Zn) dans les sols sous-jacent
	

Pour le zinc, environ 55% des échantillons présentent des teneurs inférieures au bruit de fond local sans indice de remblais anthropique et 18 à 24% sont compris entre les valeurs de bruit de fond sans ou avec indice de remblais anthropique (250 à 500 mg/mg MS). La teneur maximale ne dépasse pas 10 fois le bruit de fond local.

L'occurrence du cuivre dans les horizons de surface et les horizons sous-jacents, la répartition homogène sur la totalité de l'emprise (sans gradient vers le Site de la Madrague) et les teneurs modérées mesurées dans les encroutements des cheminées et dans les sols à proximité de l'exutoire (TM) prône pour une origine majoritairement indépendante de l'activité du site.

Aussi, l'occurrence d'anomalie en cuivre dans les sols de la zone d'étude peut être attribuée à l'apport de remblais en provenance d'anciens sites industriels.

La répartition spatiale des gammes de concentration en zinc dans les sols de surface fait ressortir des zones où l'impact en zinc semble plus marqué :

- les sols prélevés à proximité de l'exutoire de la cheminée rampante (TM1, TM2 et dans un moindre mesure TM3). Cet impact est vraisemblablement lié aux retombées atmosphériques et aux envols de poussières.
- la partie nord-est du secteur 2 (Z2 et Z6),
- le secteur 3 (Z2, Z8, Z17, Z28),
- la partie nord-ouest du secteur 4 (Z12 et dans une moindre mesure Z21 et Z43),
- le secteur 5 (Z1, Z21, Z29 et Z45 et dans une moindre mesure Z11), le plus proche du site de l'Escalette,
- le secteur 6 (Z47 et dans une moindre mesure Z46 et Z49). Ce secteur est marqué par la présence de charbon.
- le secteur 8 (Z60, Z89 et Z111 et dans une moindre mesure Z80, Z88 et Z97). Ce secteur est marqué par la présence de remblais divers.
- le secteur 9 (dans une moindre mesure Z15).

Les échantillons de sols sous-jacents, au droit des échantillons ayant révélé un impact notable, sont généralement marqués dans les mêmes gammes de concentrations.
Cette observation témoigne que l'impact en zinc sur certaines zones est probablement lié à la qualité intrinsèque des matériaux (remblais).

Rappelons que :
- cet élément ubiquiste a été retrouvé au niveau des échantillons « source » en proportion notable essentiellement dans les remblais de démolition du crassier particulièrement dans le secteur Est ainsi que dans les remblais métalliques (profonds) du crassier en secteur Ouest.
- Il n'a été détecté significativement au niveau des encroutements des cheminées.
- Les teneurs en Zinc enregistrées dans ces mêmes échantillons de caractérisation des sources sont relativement faibles à l'exception des remblais métalliques profonds (entre 8 et 12 m) du secteur Ouest.

Ainsi le zinc, lors des activités successives sur le Site de la Madrague, semble avoir impacté les déchets « sols »[33], mais peu les fumées issues des process d'extraction du plomb puis de fabrication de l'acide sulfurique.

En conséquence, l'analyse des données de terrain et de laboratoire converge en faveur d'une présence du zinc majoritairement dans les déchets « sol » issu des activités industrielles et notamment celles du Site de la Madrague.
Pour autant qu'il existe un impact par retombées de poussières sur la qualité des sols hors site, celui-ci est nécessairement restreint à un secteur ponctuel proche de la cheminée verticale haute du Site de la Madrague sans exclure pour autant une contamination provenant d'autres sites industriels historiques proches.

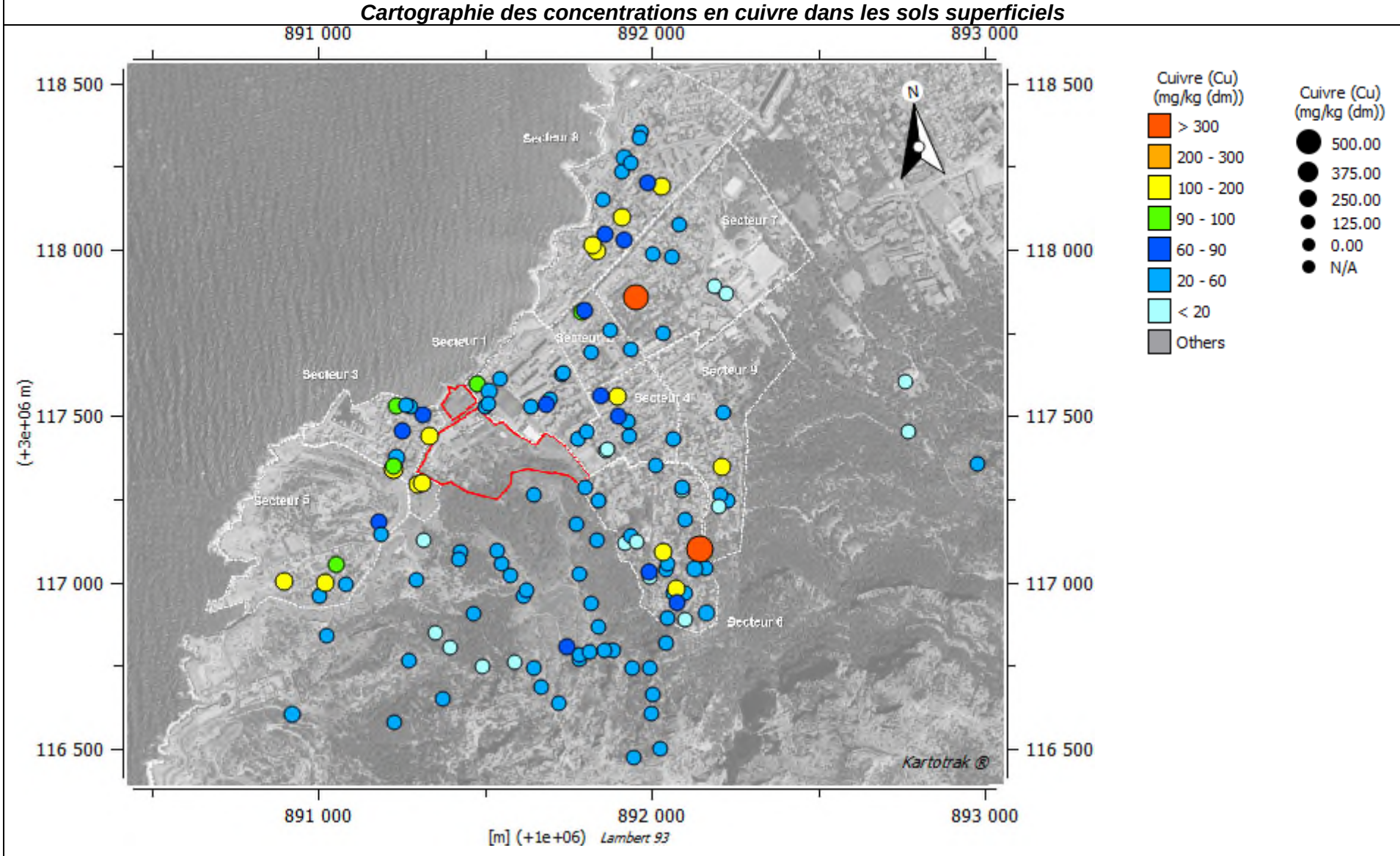
Un impact des sols dans les secteurs les plus proches de la parcelle B (par des poussières en provenance du crassier) ne peut être totalement exclu.
Mais, compte tenu :
- des teneurs en zinc cohérentes dans les sols de surface et les sols sous-jacents,
- des indices organoleptiques (remblais et débris divers),et
- de l'absence de gradient de concentration géographique cohérent par rapport au positionnement des zones d'émission

la nature intrinsèque des sols des jardins investigués est privilégiée quant à l'origine des anomalies enregistrées.

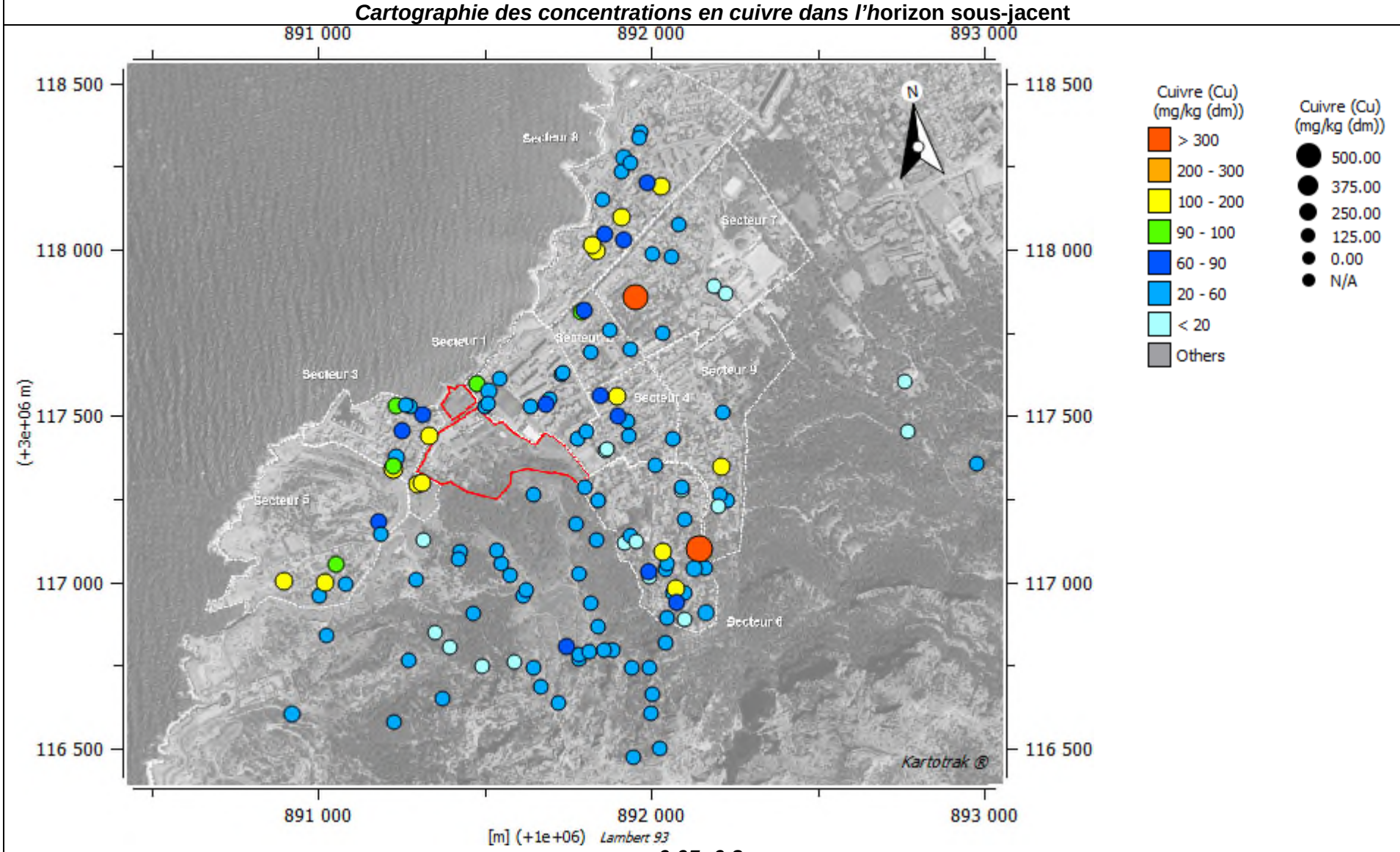
Les cartographies de répartition des concentrations en cuivre et zinc mesurées dans les sols de surface et dans les sols sous-jacents sont présentées ci-dessous.

[33] Importante proportion en zinc dans les déchets du crassier Est (associée à des teneurs modérées, inférieures à 640 mg/kg MS) et fortes teneurs dans les déchets stockés en profondeur sur le crassier Ouest (de l'ordre de la dizaine de g/kg MS)

Cartographie des concentrations en cuivre dans les sols superficiels

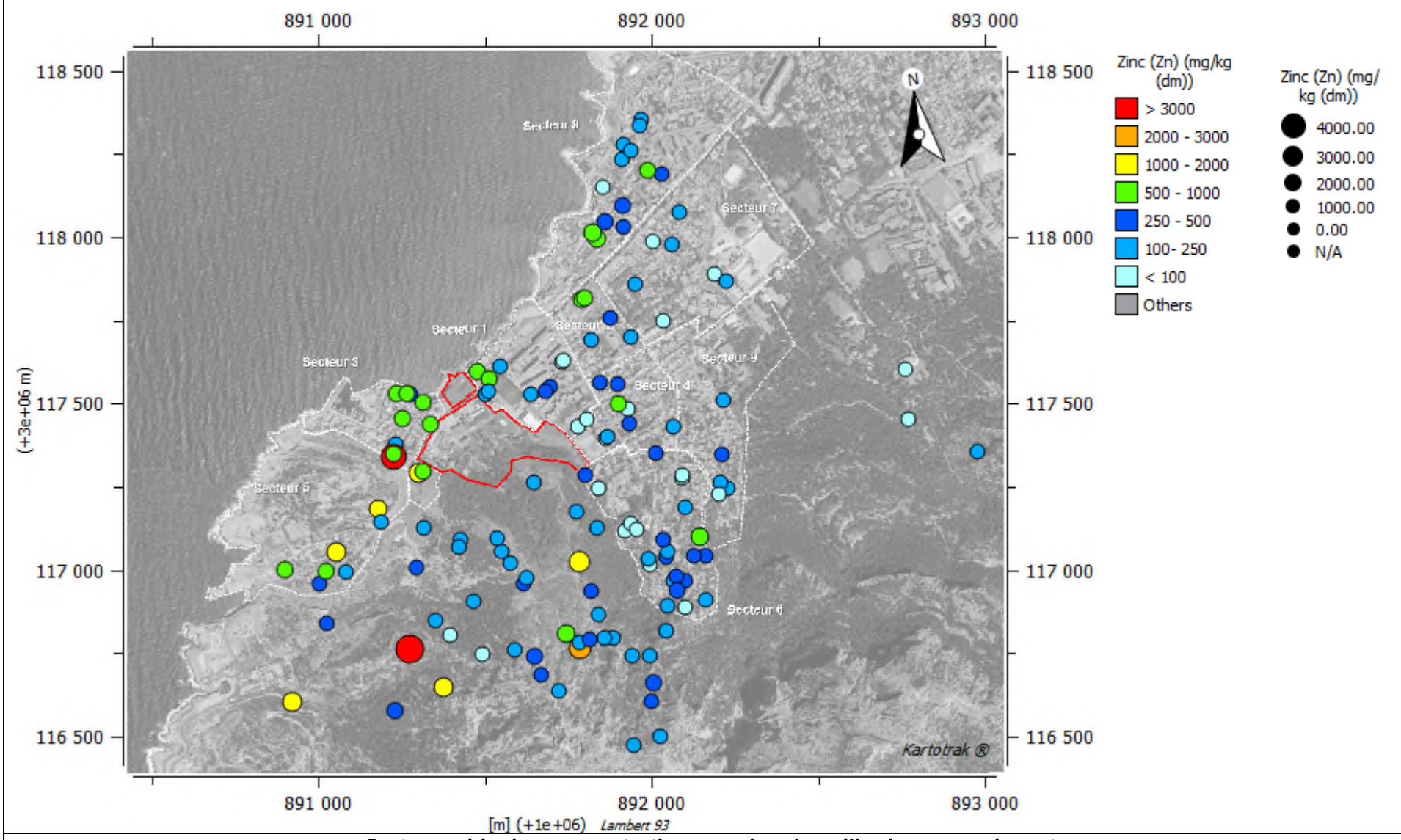


Cartographie des concentrations en cuivre dans l'horizon sous-jacent

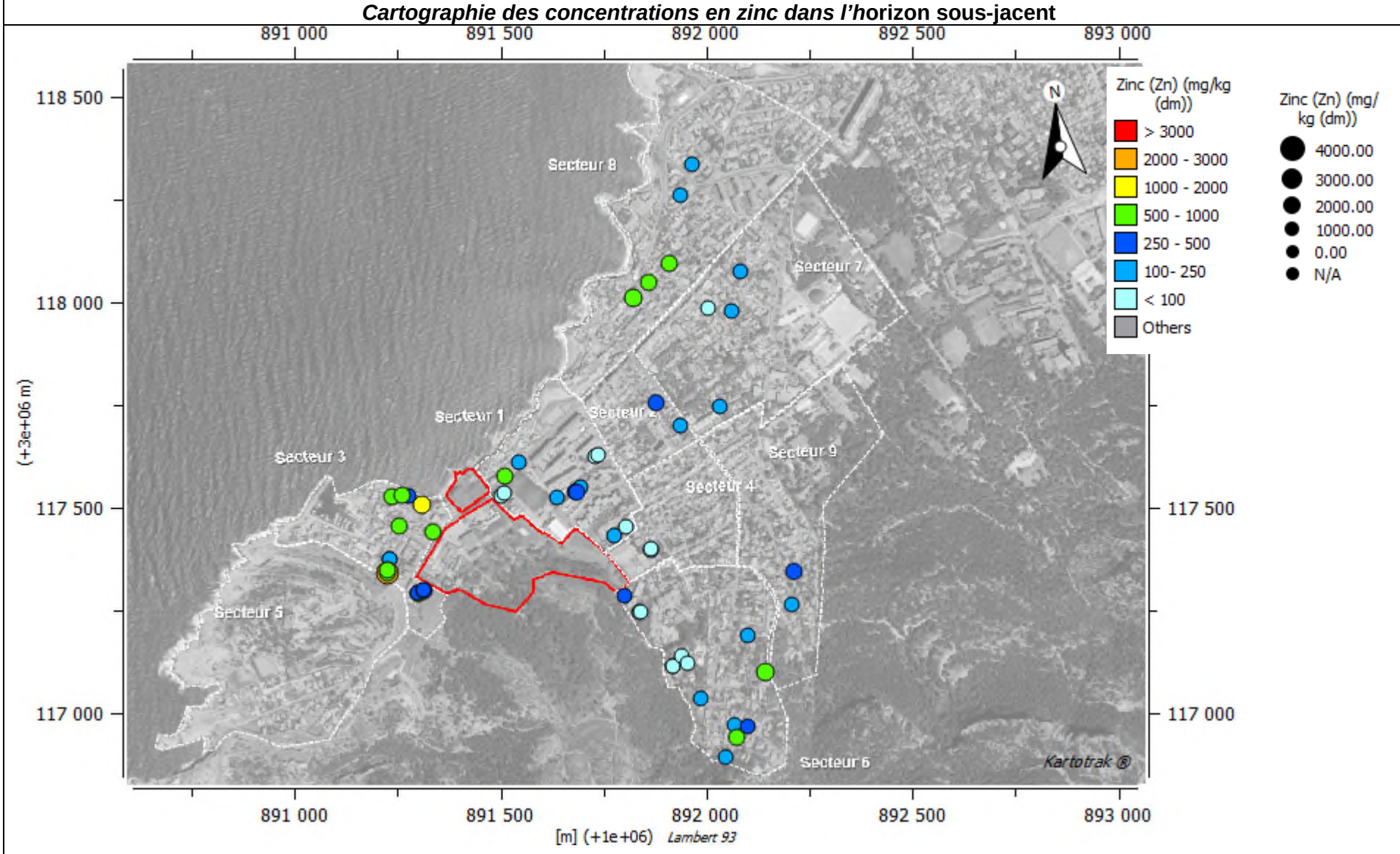


0,05- 0,3 m

Cartographie des concentrations en zinc dans les sols superficiels



Cartographie des concentrations en zinc dans l'horizon sous-jacent



10.5.4 Arsenic, cadmium et plomb

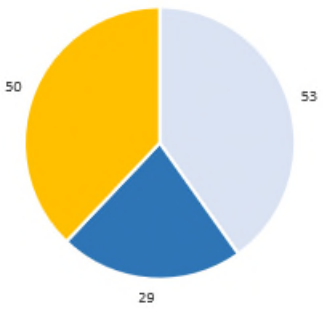
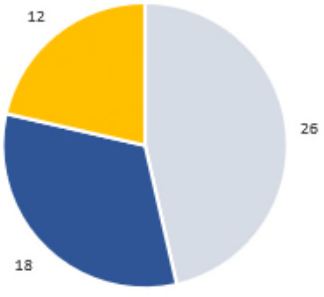
Pour rappel, les valeurs de comparaisons sont synthétisées dans le tableau ci-dessous (le RMQS ne définit pas de seuil pour l'arsenic) :

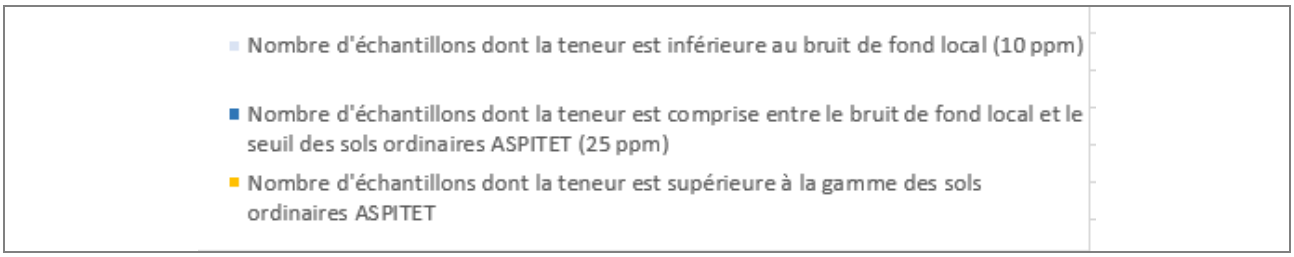
	Paramètres		Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Plomb (Pb)
	Unités		mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS
ELT	**sans indice de remblais anthropiques**		3-10	0,4-0,7	10-130
	avec indice de remblais anthropiques		3-12	0,4-0,9	10-170
Valeurs guides ASPITET	Sols ordinaires		1 à 25	0,05 à 0,45	9 à 50
Valeurs guides RMQS	Cellule 2203	horizon 0-30 cm	-	1,053	122,875
		horizon 30-50 cm	-	0,98375	90,675
	Cellule 2202	horizon 0-30 cm	-	0,9015	78,25
		horizon 30-50 cm	-	non déterminé	non déterminé
Seuils d'alerte définis par le HCSP	Niveau de vigilance dans les sols (déclenchant une évaluation des risques sanitaires en cas de dépassement)				100
	Niveau déclenchant un dépistage du saturnisme chez l'enfant				300

Les statistiques classiques réalisées sur les 132 échantillons de sols de surface et les 56 échantillons de sols sous-jacents sont présentés ci-dessous :

Horizon concerné	Teneur minimale - mg/kg	Teneur maximale - mg/kg	Teneur médiane - mg/kg	Teneur moyenne - mg/kg	Teneur du centile 75 - mg/kg	Teneur du centile 90 - mg/kg
Arsenic (As)						
Sols de surface	4	1610	12	67	49	126
Sols sous-jacents	4	56	10	15	18	32
Cadmium (Cd)						
Sols de surface	0,4	59,8	0,9	2,3	1,6	3,7
Sols sous-jacents	0,4	2,1	0,6	0,8	1,0	1,2
Plomb (Pb)						
Sols de surface	14	24300	169	903	636	1913
Sols sous-jacents	11	1910	124	274	350	570

A la lumière de ces premières analyses statistiques, il apparait que les horizons de surface sont significativement plus marqués que les horizons sous-jacents pour les 3 métaux, induisant a priori un impact par retombée atmosphérique. Cet impact est avéré dans le secteur Sud des Calanques qui est non remanié, non aménagé et proche des zones sources, avec des teneurs en ETM dans les sols de surface significativement plus importantes que dans le reste des secteurs hors site investigués ; notons que les résultats sur ces secteurs impactés influencent l'analyse statistique globale.

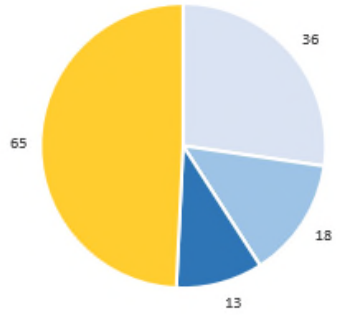
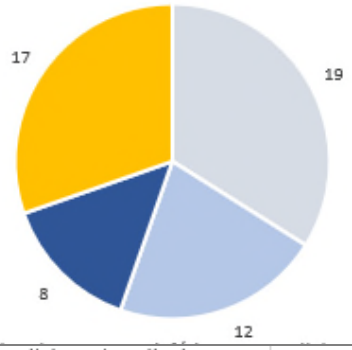
Arsenic (As) dans les sols de surface	Arsenic (As) dans les sols sous-jacent
	

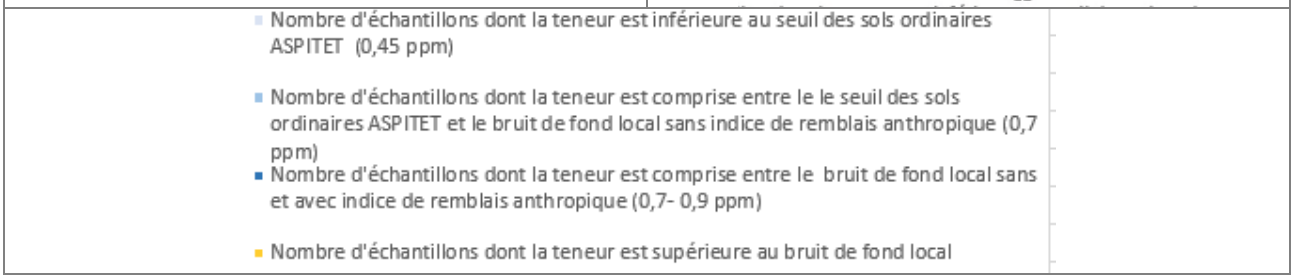


Dans le cas de l'arsenic, 50 à 60% des échantillons présentent des concentrations supérieures au bruit de fond local et 20 à 40% présentent des concentrations supérieures au seuil ASPITET pour les sols ordinaires, Les anomalies vis-à-vis du seuil ASPITET sont enregistrées d'une manière systématique dans les sols de surface des Calanques et d'une manière très ponctuelle sur uniquement 10 parcelles de riverains investiguées.

A noter que 60% des échantillons prélevés en surface présentent des teneurs comprises dans la gamme des sols ordinaires définie par l'ASPITET (< 25 mg/kg MS), contre 80% pour ceux prélevés dans les horizons sous-jacents.
Près de 10 % des échantillons dépasse 10 fois le bruit de fond local et correspondent à des sols non remaniés dans le secteur Sud non aménagés des Calanques.

Ces observations sont cohérentes avec la décroissance des teneurs en Arsenic, observée dans les encroutements sur le linéaire du système de condensation et d'évacuation des fumées (jusqu'à son exutoire, la cheminée verticale haute), témoignant de l'efficacité épuratoire historique de ce système sur cet élément.

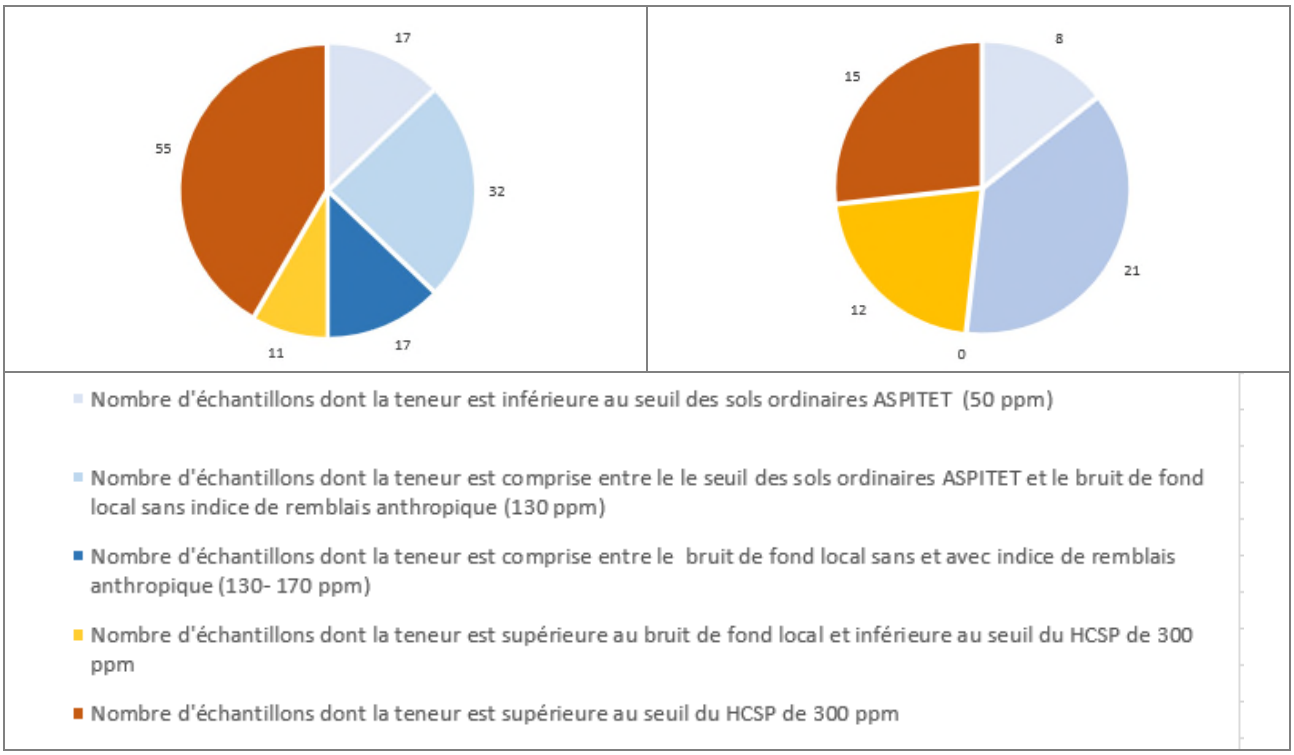
Cadmium (Cd) dans les sols de surface	Cadmium (Cd) dans les sols sous-jacent
	



Dans le cas du cadmium, 50% des échantillons prélevés en surface présentent des teneurs inférieures au bruit de fond local.

Deux concentrations dépassent 10 fois ce bruit de fond en TM1 et TM3. Ces 2 échantillons sont situés à proximité de de l'exutoire de la cheminée du Site de la Madrague.

Plomb (Pb) dans les sols de surface	Plomb (Pb) dans les sols sous-jacent



Dans le cas du plomb, environ 37% des échantillons prélevés en surface présentent des teneurs inférieures au bruit de fond local contre 52% pour les sols sous-jacents.
Près de 10 % des échantillons dépasse 10 fois le bruit de fond local ; les échantillons concernés correspondent majoritairement (plus de 80%) à des sols non remaniés dans le secteur Sud non aménagés des Calanques et les seules parcelles de particuliers sont les zones 17, 28 et 29 du secteur 3 et 45 du secteur 5.

Ces 3 métaux peuvent être considérés comme des traceurs des activités industrielles de raffinage du minerai de Plomb.
Ces 3 métaux peuvent être classés par impact décroissant (sur la base de la qualité des sols hors site mise en évidence, en cohérence avec la signature des encroutements sur le linéaire du système de condensation des fumées) :

1. Le plomb,
2. Le cadmium et
3. L'arsenic.

Les cartographies de répartition des concentrations pour ces trois métaux par profondeur sont présentées en figures pages suivantes.

Parmi tous les prélèvements, 3 échantillons présentant des teneurs en As, Cd et Pb très nettement supérieures à celles mesurées sur les 132 autres échantillons de sols de surface :

- TM1 et TM3 situés dans le secteur de la cheminée verticale, respectivement au pied de la cheminée et à environ 100 m de son axe,
- S5Z45Tm1 0-0,05 localisé dans le secteur de Mont Rose à proximité du site de l'Escalette,

Les secteurs « chasse », « transect » et « prox cheminée verticale » localisés dans les calanques présentent également des teneurs remarquables par rapport aux échantillons prélevés chez les riverains.

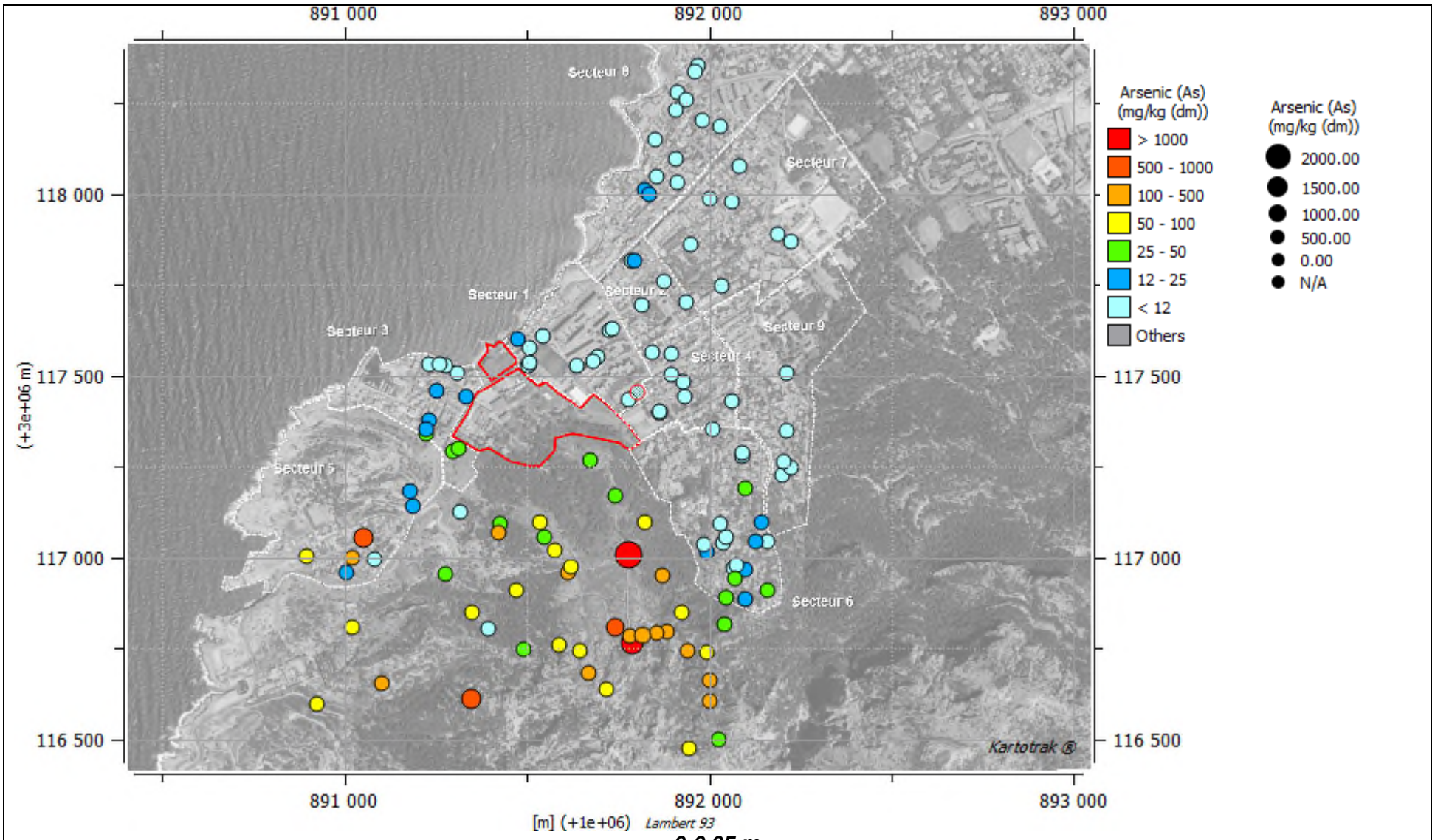
Les concentrations les plus élevées se répartissent à proximité de l'exutoire de la cheminée et selon un axe Nord-Ouest/Sud-Est correspondant globalement aux vents dominants mêmes si ces derniers sont influencés localement par une topographie très accidentée et par les massifs avec une direction Ouest/Est dans la calanque de Samena.

Cette zone se retrouve donc sous l'influence de plusieurs usines dont principalement le Site de la Madrague et l'Escalette. L'origine des concentrations élevées sera donc évaluée au moyen de la méthode isotopique dans le §10.7.

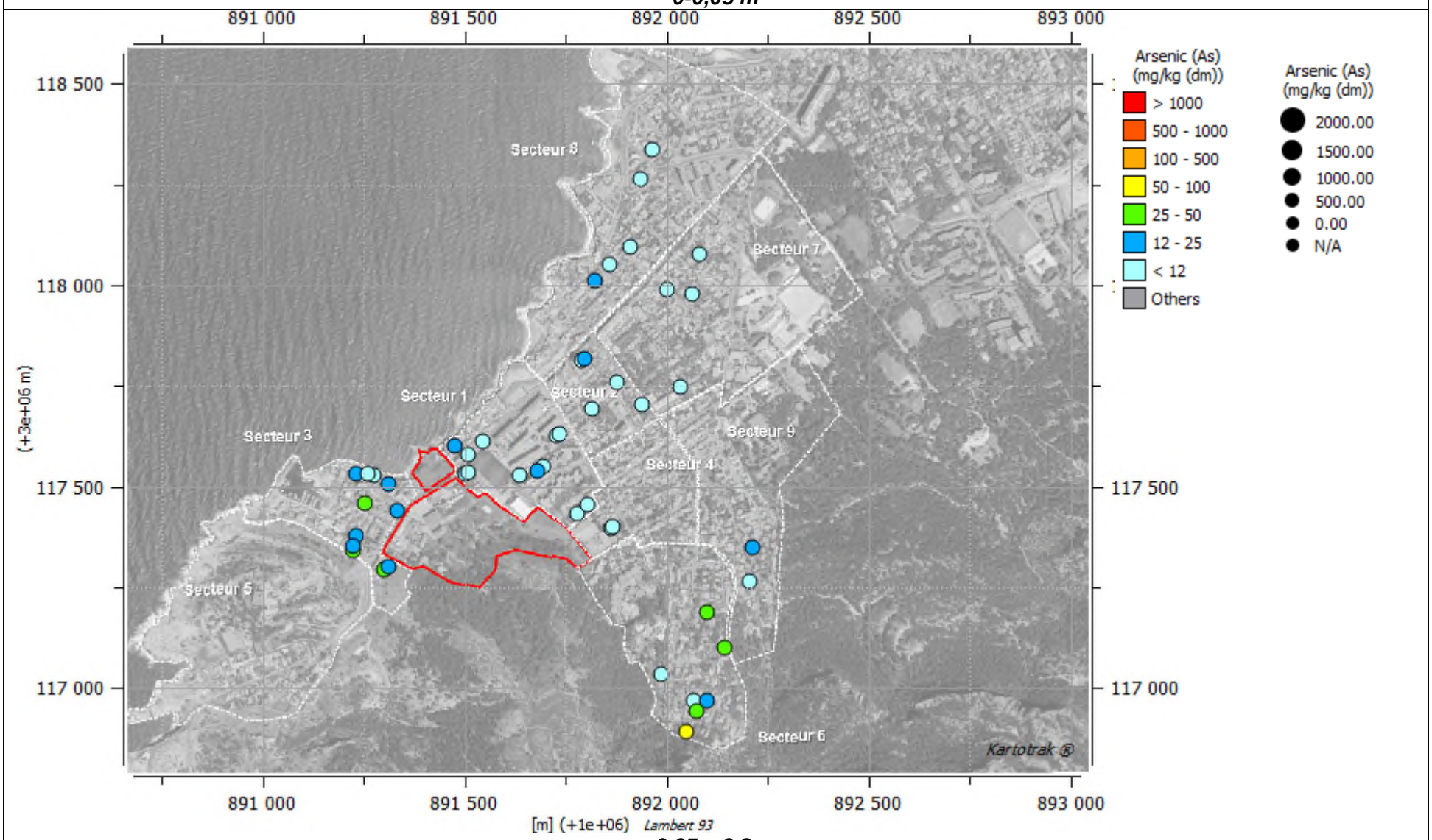
Hors ces points particuliers, l'ensemble des anomalies (notamment points dépassant la borne haute de la gamme des sols ordinaires pour l'arsenic et du seuil d'alerte du HCSP de 300 mg/Kg MS en plomb) est localisé :

- Dans le secteur de Mont Rose (secteur 5) ente le Site de la Madrague et celui de l'Escalette
- Dans le secteur 3 à l'Ouest du Site de la Madrague. Notons que ce secteur a fait l'objet de prélèvements sur peu de parcelles (faible couverture géographique du secteur) et que les anomalies enregistrées dans les sols sont majoritairement plus importantes dans les sols en profondeur (jusqu'à 0.75 m), ce qui milite en faveur de fortes teneurs liées à la nature intrinsèque des sols (remblais d'apport impactés).
- Dans le secteur 6, en contrebas des carneaux hauts.
- Le secteur 8 présentant ponctuellement des anomalies est le plus éloigné du site (proche de 1km). Après vérifications, les sols sont majoritairement caractérisés par une proportion importante de sols avec remblais anthropiques ou fragments de charbon.

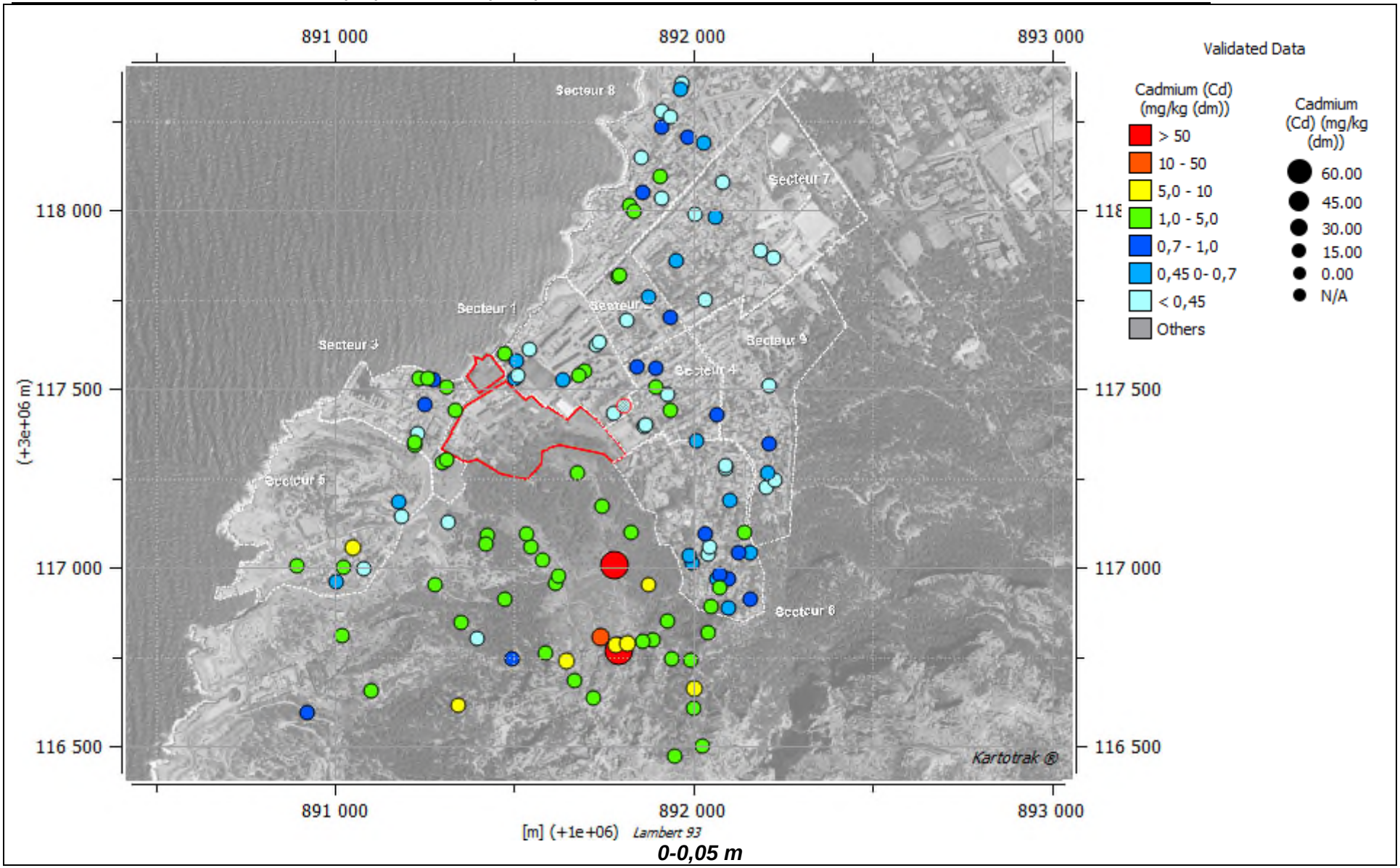
Les cartographies de répartition des concentrations en arsenic, cadmium et plomb mesurées dans les sols de surface et dans les sols sous-jacents sont présentées pages suivantes.



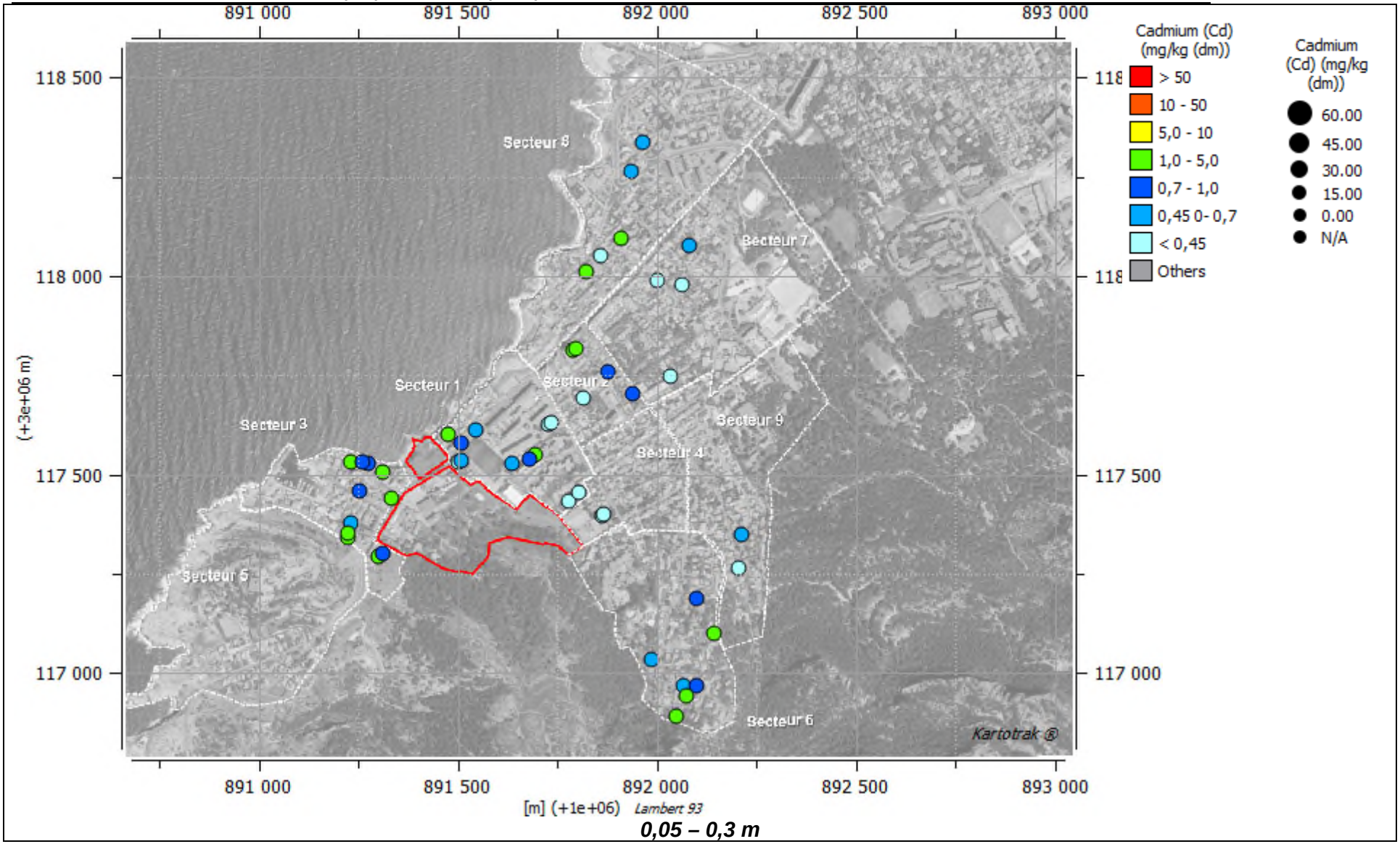
0-0,05 m



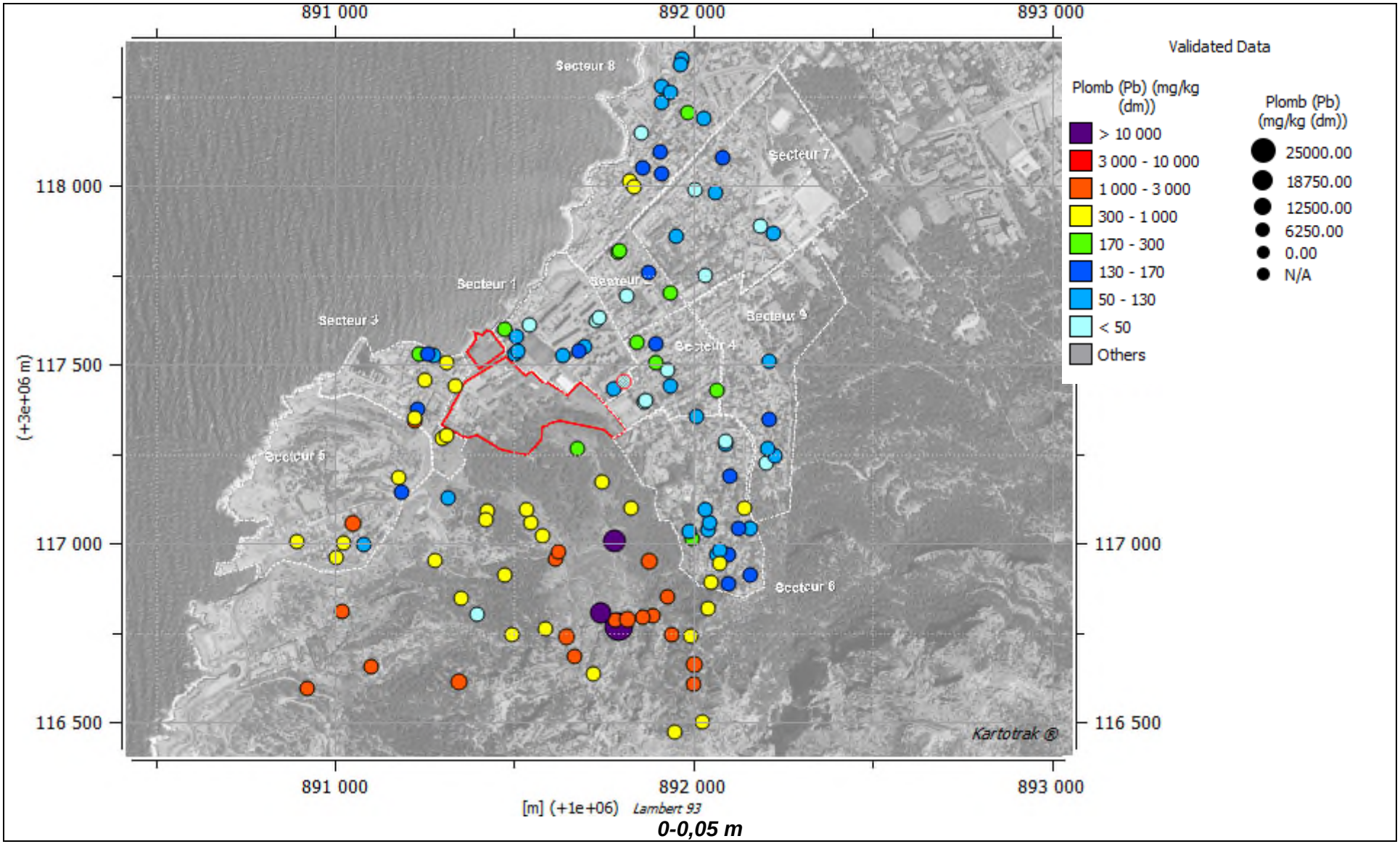
0,05 – 0,3 m


891 000
892 000
893 000
118 000
117 500
117 000
116 500
(+3e+06 m)
[m] (+1e+06) Lambert 93
Secteur 8
Secteur 7
Secteur 1
Secteur 2
Secteur 3
Secteur 9
Secteur 4
Secteur 5
Secteur 6
Kartotrak ®
Validated Data
Cadmium (Cd) (mg/kg (dm))
> 50
10 - 50
5,0 - 10
1,0 - 5,0
0,7 - 1,0
0,45 0- 0,7
< 0,45
Others
Cadmium (Cd) (mg/kg (dm))
60.00
45.00
30.00
15.00
0.00
N/A

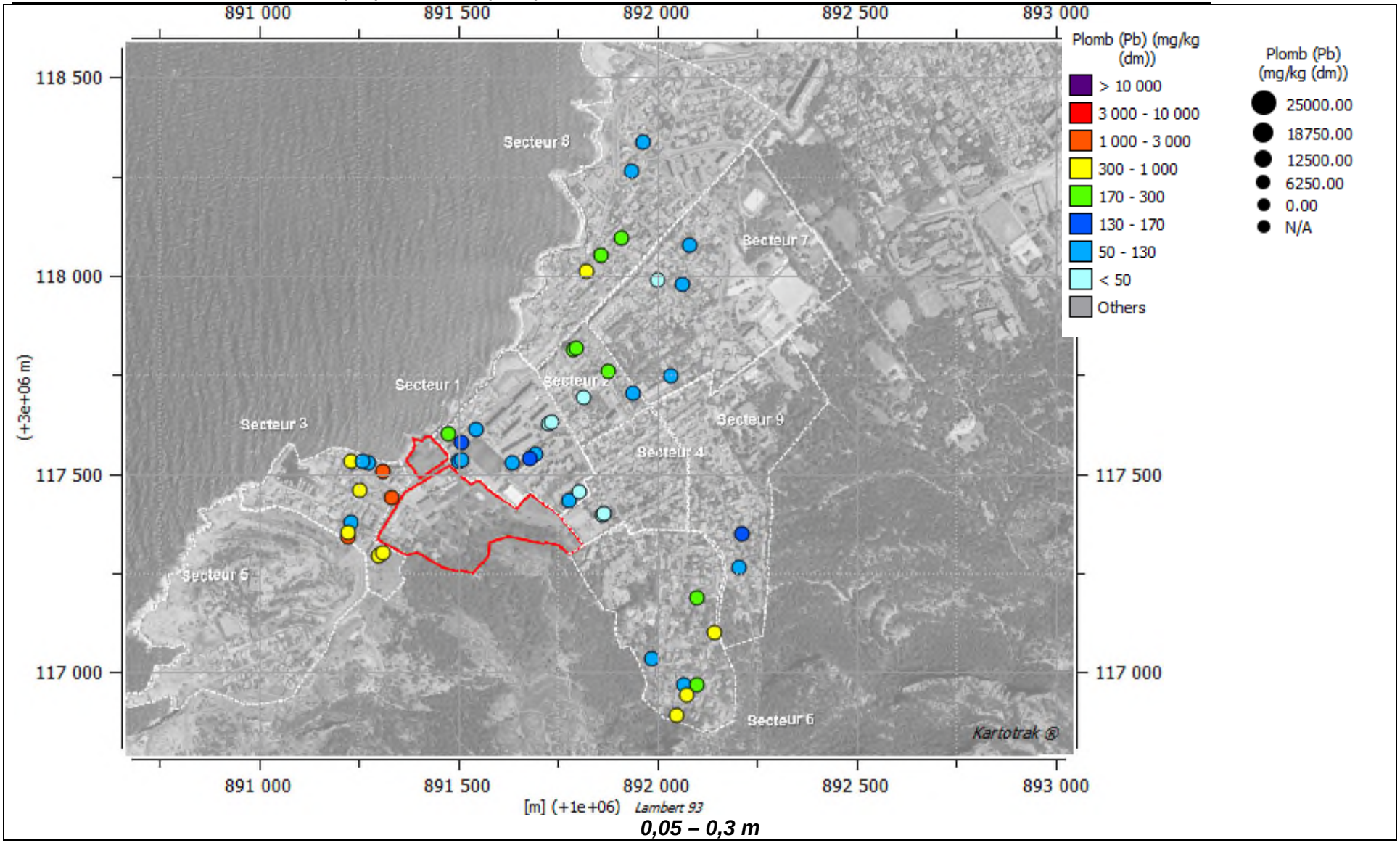
0-0,05 m


891 000
891 500
892 000
892 500
893 000
118 500
118 000
117 500
117 000
(+3e+06 m)
[m] (+1e+06) Lambert 93
Secteur 1
Secteur 2
Secteur 3
Secteur 4
Secteur 5
Secteur 6
Secteur 7
Secteur 8
Secteur 9
Kartotrak ®
Cadmium (Cd) (mg/kg (dm))
> 50
10 - 50
5,0 - 10
1,0 - 5,0
0,7 - 1,0
0,45 0- 0,7
< 0,45
Others
Cadmium (Cd) (mg/kg (dm))
60.00
45.00
30.00
15.00
0.00
N/A

0,05 – 0,3 m


891 000
892 000
893 000
118 000
117 500
117 000
116 500
(+3e+06 m)
Secteur 8
Secteur 7
Secteur 1
Secteur 2
Secteur 3
Secteur 9
Secteur 4
Secteur 5
Secteur 6
Validated Data
Plomb (Pb) (mg/kg (dm))
> 10 000
3 000 - 10 000
1 000 - 3 000
300 - 1 000
170 - 300
130 - 170
50 - 130
< 50
Others
Plomb (Pb) (mg/kg (dm))
25000.00
18750.00
12500.00
6250.00
0.00
N/A
Kartotrak ®
[m] (+1e+06) Lambert 93

0-0,05 m


891 000
891 500
892 000
892 500
893 000
118 500
118 000
117 500
117 000
(+3e+06 m)
[m] (+1e+06) Lambert 93
Secteur 1
Secteur 2
Secteur 3
Secteur 4
Secteur 5
Secteur 6
Secteur 7
Secteur 8
Secteur 9
Kartotrak ®
Plomb (Pb) (mg/kg (dm))
> 10 000
3 000 - 10 000
1 000 - 3 000
300 - 1 000
170 - 300
130 - 170
50 - 130
< 50
Others
Plomb (Pb) (mg/kg (dm))
25000.00
18750.00
12500.00
6250.00
0.00
N/A

0,05 – 0,3 m

Les figures 49 et 50 illustrent l'évolution des concentrations en arsenic et plomb en fonction de la distance à la cheminée (échantillons TR) selon deux transects Sud Est- Nord-Ouest et Est-Ouest. Ils mettent en évidence une diminution importante des concentrations dans un rayon de 200 à 300 m. Au-delà de cette distance, les concentrations semblent se stabiliser à un niveau pouvant être associé à l'impact de l'Escalette, voire augmenter dans le cas de TR16 et ZSC11 plus proches de l'Escalette.

Ces résultats ne mettent pas en évidence de manière significative de dispersion accentuée par les vents dominants.

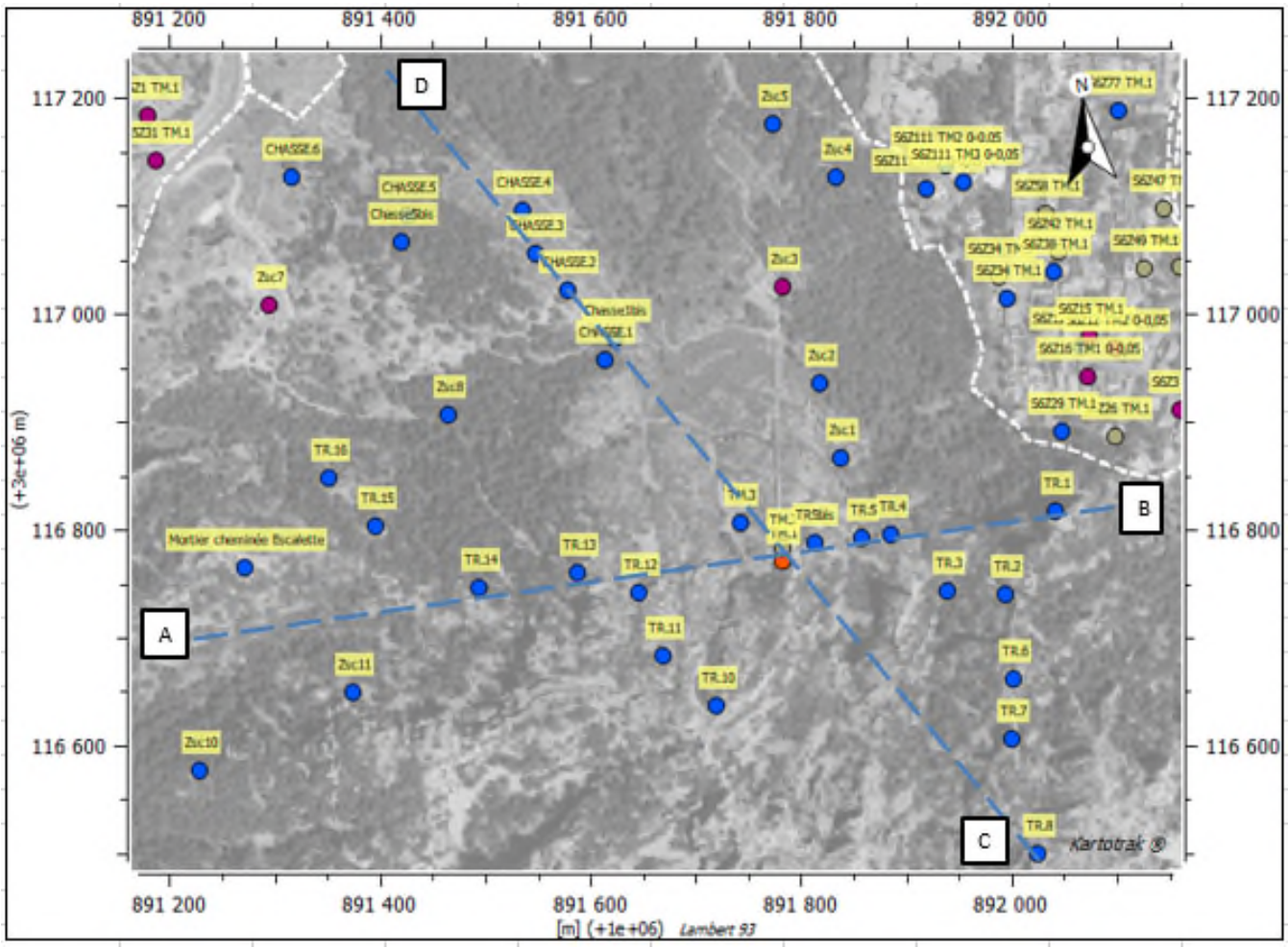
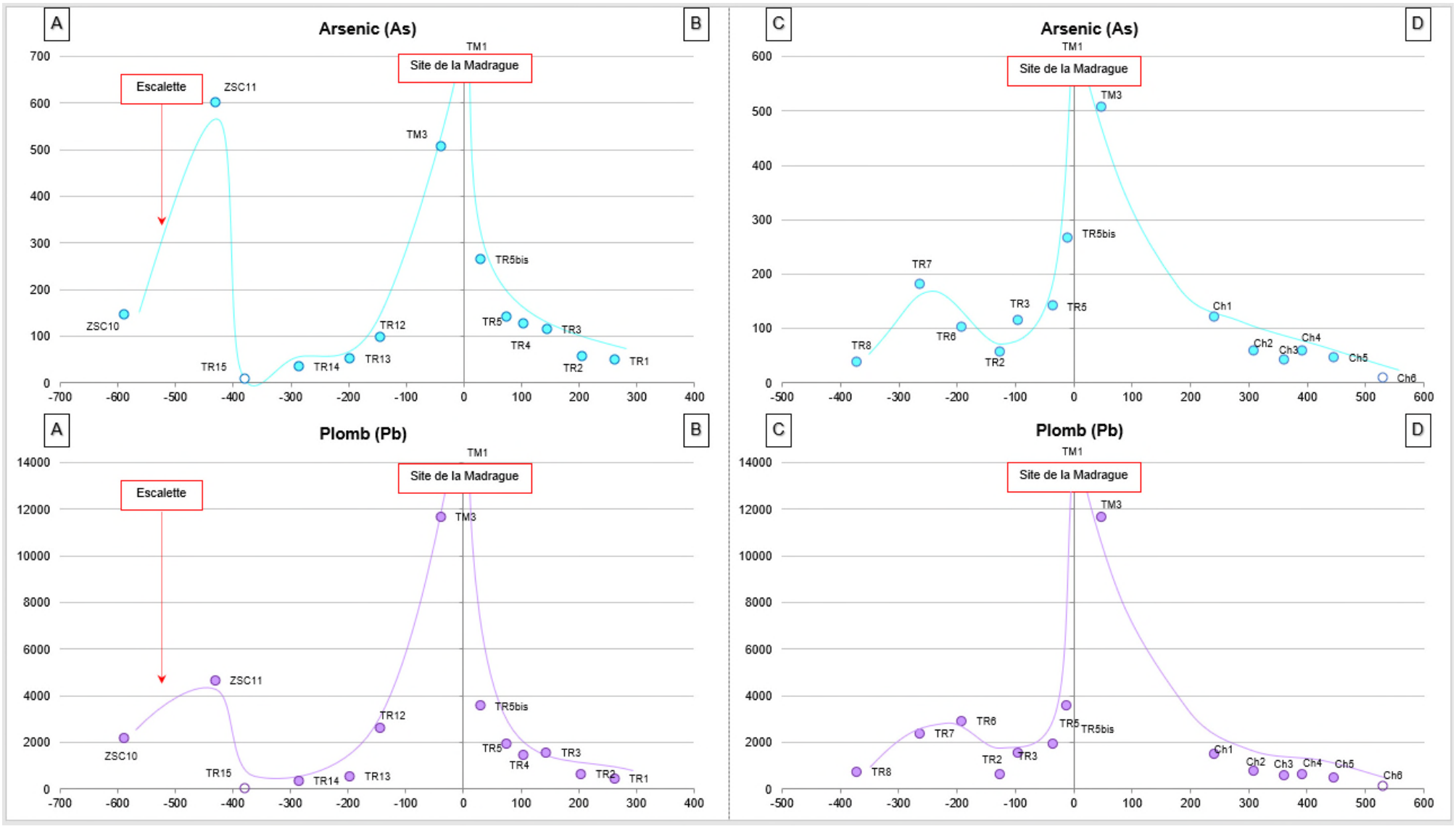


Figure 49 - Plan de localisation géographique des transects A-B et C-D et des points de prélèvement correspondant



Nota : L'échelle de l'axe des ordonnées ne permet pas de visualiser le sondage TM1 car les teneurs importantes en As et Pb empêchaient d'apprécier l'évolution des concentrations sur les autres points de prélèvement, avec la distance aux zones sources

Figure 50 - Représentation graphique de l'évolution des teneurs en As et Pb dans les sols de surface en fonction de la distance à la cheminée verticale haute du Site de la Madrague (secteur Calanques) selon les coupes A-B et C-D retenues

10.6 Présentation des résultats obtenus pour les autres composés

Les résultats d'analyse en cyanures sur les sols de surface à proximité du crassier (secteurs 1 et 3) sont présentés dans le tableau suivant :

Référence échantillon :		S3Z20 TM1 0-0,05	S3Z20 TM1 0,05-0,25	S3Z21 TM1 0-0,05	S3Z21 TM1 0,05-0,25	S3Z21 TM2 0-0,05	S3Z21 TM2 0,05-0,25	S3Z17 TM1 0-0,05	S3Z17 TM1 0,05-0,25	S3Z28 TM1 0-0,05
Paramètres	LQ									
Cyanures aisément libérables	0,5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cyanures totaux	0,5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1,5

Référence échantillon :		S3Z28 TM1 0,05-0,5	S3Z28 TM1 0,5-0,7	S1Z13 TM1 0,01-0,07	S1Z14 TM1 0-0,05	S1Z14 TM1 0,05-0,25	S1Z21 TM1 0-0,05	S1Z21 TM1 0,05-0,25	S1Z21 TM2 0-0,05	S1Z21 TM2 0,05-0,21
Paramètres	LQ									
Cyanures aisément libérables	0,5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cyanures totaux	0,5	1,1	<0.5	1,1	<0.5	0,6	<0.5	<0.5	0,6	0,5

Référence échantillon :		S1Z21 TM2 0,21-0,26	S1Z21 TM3 0-0,05	S1Z21 TM3 0,05-0,2	S1Z18 TM1 0-0,05	S1Z18 TM1 0,05-0,25	S1Z18TM2 0-0,05	S1Z18TM2 0,05-0,2
Paramètres	LQ							
Cyanures aisément libérables	0,5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Cyanures totaux	0,5	<0.5	0,6	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5

Ces résultats mettent en évidence :
- Des concentrations en cyanures totaux, lorsqu'ils sont quantifiés, peu élevées entre 0,5 et 1,5 mg/kg MS,
- L'absence de quantification systématique des cyanures libres.

Ils confirment ainsi l'absence de transfert de ce composé depuis le crassier.

Les résultats d'analyse en dioxines et furanes sur les sols à proximité de la cheminée, retenus comme potentiellement les plus impactés par les retombées de poussières sont présentés dans le tableau suivant :

Référence échantillon :			TM3 (0-0,05)	chasse 4 (0-0,05)	chasse 1 (0-0,05)
Paramètres	Unités	LQ			
2,3,7,8-TCDD	ng/kg MS	0,18	0,236	< 0.193	< 0.211
1,2,3,7,8-PeCDD	ng/kg MS	0,24	1,09	0,615	0,592
1,2,3,4,7,8-HxCDD	ng/kg MS	0,48	0,874	0,55	0,543
1,2,3,6,7,8-HxCDD	ng/kg MS	0,48	1,77	1,08	1,02
1,2,3,7,8,9-HxCDD	ng/kg MS	0,48	1,21	0,771	0,796
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	ng/kg MS	0,54	15,9	10,3	9,48
OCDD	ng/kg MS	2,2	77,8	46,4	40,3
2,3,7,8-TCDF	ng/kg MS	0,32	16,5	11,7	11,1
1,2,3,7,8-PeCDF	ng/kg MS	0,44	14,8	7,77	9,29
2,3,4,7,8-PeCDF	ng/kg MS	0,44	7,86	4,49	4,3
1,2,3,4,7,8-HxCDF	ng/kg MS	0,4	27,8	12,7	14
1,2,3,6,7,8-HxCDF	ng/kg MS	0,4	11,2	4,98	5,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	ng/kg MS	0,4	< 1.88	< 2.17	< 0.757
2,3,4,6,7,8-HxCDF	ng/kg MS	0,4	4,23	2,17	2,25
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	ng/kg MS	0,52	51,6	22,3	23,5
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	ng/kg MS	0,38	17,4	6,3	6,92
OCDF	ng/kg MS	3,2	136	43	49,1
Dioxines et furanes (OMS 2005 PCDD/F- TEQ) avec LQ	ng/kg MS	0,92	11,6	6,42	6,35
Dioxines et furanes (OMS 2005 PCDD/F- TEQ) sans LQ	ng/kg MS		11,4	6,01	6,07
I-TEQ (NATO/CCMS) avec LQ	ng/kg MS		13,1	7,22	7,16
I-TEQ (NATO/CCMS)) sans LQ	ng/kg MS		12,9	6,81	6,88

Ces résultats mettent en évidence un I-TEQ :

- Compris dans la gamme de bruit de fond de 2 à 8 ng/kg MS, correspondant aux sols urbains et aux sols sous influence industrielle pour les deux échantillons chasse 1 et chasse 4,
- Compris dans la gamme de bruit de fond de 8 à 17 ng/kg MS, correspondant aux sols sous influence industrielle pour l'échantillon TM3.

Ces gammes de bruit de fond sont issues de l'étude statistique réalisée sur la période de 1998 à 2012 par le BRGM sur le territoire français (Rapport « dioxines/furanes dans les sols français : troisième état des lieux, analyses 1998-2012 » référencé BRGM/RP-63111-FR de décembre 2013), qui a permis la détermination d'un bruit de fond anthropique en PCDD/PCDF exprimé en TEQ OMS 1998 (nd = LQ).

Par conséquent l'activité du site n'a pas généré de dégradation par rapport à un environnement urbain. Les dioxines et furanes ne sont pas retenus comme traceurs de l'impact du Site de la Madrague.

10.7 Résultats des analyses de bioaccessibilité

Des tests de bioaccessibilité de l'arsenic, du cadmium et du plomb (seuls composés pour lesquels des tests sont validés) ont été réalisés sur 15 échantillons, sélectionnés selon un jugement d'expert, en fonction notamment des teneurs totales mesurées (sélection d'échantillons dans différentes gammes de teneurs), avec une répartition dans les différents secteurs d'étude.

Les résultats des tests de bioaccessibilité réalisés sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les bordereaux d'analyses du laboratoire sont fournis en **annexe A5.7.**

Tableau 22 : Résultats des analyses de bioaccessibilité

	Arsenic			Cadmium			Plomb		
Echantillon	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	teneur totale (mg/kg MS)	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	teneur totale (mg/kg MS)	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	teneur totale (mg/kg MS)
TM3 (0-0,05)	95,2	88,9	554,43	116,7	21	11,13	100,5	0,1	11064,59
chasse 4 (0-0,05)	32,6	33,9	56,249				82,1	60,7	626,875
chasse 1 (0-0,05)	47,8	47,8	104,99	81,6	78,3	1,85	87,2	76,2	1388,63
S2Z6TM2 (0-0,05)				91,8	70,7	1,12	89,5	33,5	276,25
S3Z8TM1 (0-0,05) & S3Z8TM2 (0-0,05)	57,4	55,6	25,11	88,5	84,2	1,19	77,6	83,7	675,7
S4Z43TM1 (0-0,05)							95,2	98,6	270,7
S5Z29TM1 (0-0,05)	42,8	49,7	59,54	90,6	89,3	1,19	76,5	78,8	484,86
S5Z45TM1 (0-0,05)	39,9	44,5	568,38	68,5	75	4,81	53,1	55,3	3310,21
S6Z29TM1 (0-0,05)	46,7	50,4	39,72	45,5	85,8	0,99	89,1	88,5	417,16
S6Z77TM1 (0-0,05)							85,4	89,7	194,75
S7Z5TM1 (0-0,05)							86,8	106	127,13
S8Z88TM1 (0-0,05)				99,7	98,2	0,74	82,8	90,3	149,75
S8Z89TM1 (0-0,05)				96,7	95,4	1,27	78,5	79,6	554,03
S8Z111TM1 (0-0,05)				95,9	95,4	1,34	86,8	90,5	363,23
S9Z15TM1 (0-0,05)							80,4	86,1	159,05

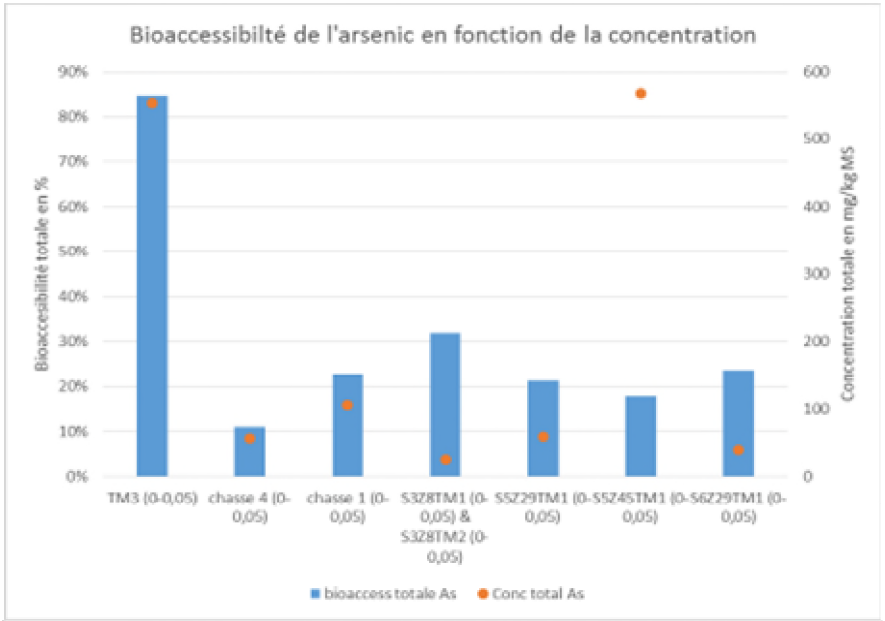
* les résultats supérieurs à 100 % seront ramenés à 100%, la bioaccessibilité ne pouvant être supérieure à 100%

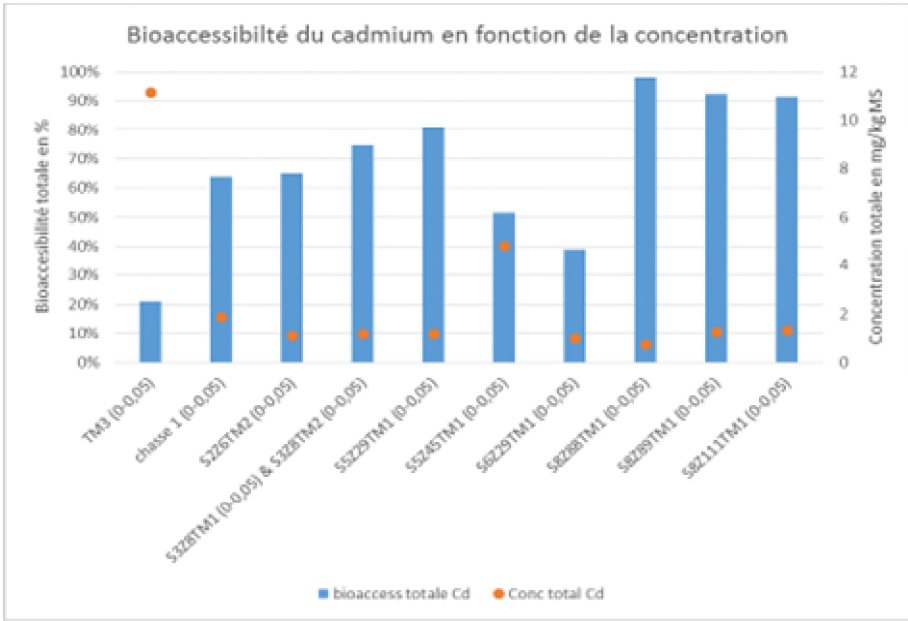
Les résultats mettent en évidence que les bioaccessibilités gastriques et gastro-intestinales mesurées sont plus faibles pour l'arsenic (30 à 60% environ) que pour le cadmium et le plomb (70 à 100 % en général).

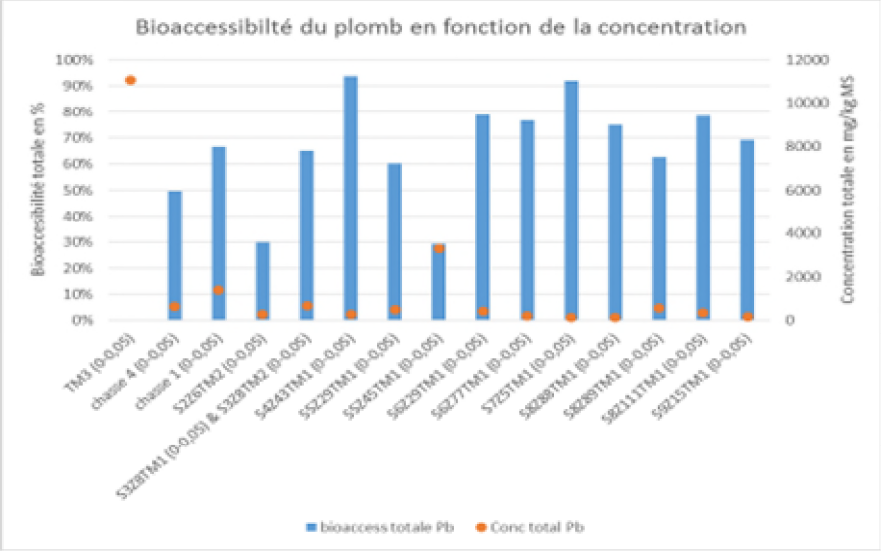
On remarque également que l'échantillon TM3 présente des bioaccessibilités différentes des autres échantillons analysés : bioaccessibilités gastriques plus élevées que les autres échantillons analysés, pour les 3 métaux (Arsenic, Cadmium (bioaccessibilité gastrique néanmoins similaire à TM3 pour les échantillons S8Z88, S8Z89 et S8Z11) et Plomb). Ceci est également vrai pour la bioaccessibilité gastro-intestinale de l'arsenic. En revanche, pour le cadmium et le plomb, les bioaccessibilités gastro-intestinales mesurées pour cet échantillon TM3 sont à l'inverse nettement plus faibles que pour les autres échantillons.

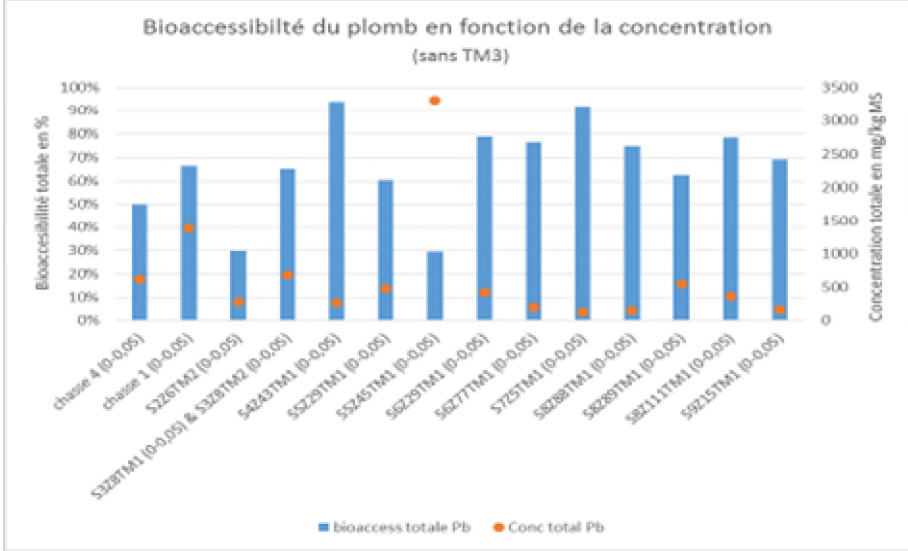
Ces différences pourraient être liées aux teneurs plus élevées en cadmium et en plomb mesurées pour cet échantillon par rapport aux autres (teneurs en cadmium 2 à 10 fois plus élevées que pour les autres échantillons, et teneurs en plomb 3 à 80 fois plus élavées que pour les autres échantillons). Mais pour l'arsenic, l'échantillon S5Z45TM1 (0-0,05), qui présente une teneur totale en arsenic équivalente à celle mesurée sur TM3 (environ 550 mg/kg MS), présente des bioaccessibilités nettement plus faibles que TM3, équivalentes à celles mesurées pour les autres échantillons (teneurs totales en arsenic comprises entre 25 et 100 mg/kg MS).

Ce n'est donc apparemment pas la forte teneur en arsenic de l'échantillon TM3 qui engendre une bioaccessibilité importante. Ceci est visible sur les graphiques page suivante qui présentent les valeurs de bioaccessibilité totale en fonction des teneurs mesurées pour chacun des 3 éléments :


Bioaccessibilté de l'arsenic en fonction de la concentration
Bioaccessibilité totale en %
Concentration totale en mg/kg MS
TM3 (0-0,05)
chasse 4 (0-0,05)
chasse 1 (0-0,05)
S3Z8TM1 (0-0,05) & S3Z8TM2 (0-0,05)
S5Z29TM1 (0-0,05)
S5Z45TM1 (0-0,05)
S6Z29TM1 (0-0,05)
bioaccess totale As
Conc total As


Bioaccessibilté du cadmium en fonction de la concentration
Bioaccessibilité totale en %
Concentration totale en mg/kg MS
TM3 (0-0,05)
chasse 1 (0-0,05)
S2Z6TM2 (0-0,05)
S3Z8TM1 (0-0,05) & S3Z8TM2 (0-0,05)
S5Z29TM1 (0-0,05)
S5Z45TM1 (0-0,05)
S6Z29TM1 (0-0,05)
S8Z88TM1 (0-0,05)
S8Z89TM1 (0-0,05)
S8Z111TM1 (0-0,05)
bioaccess totale Cd
Conc total Cd


Bioaccessibilté du plomb en fonction de la concentration
Bioaccessibilité totale en %
Concentration totale en mg/kg MS
TM3 (0-0,05)
chasse 4 (0-0,05)
chasse 1 (0-0,05)
S2Z6TM2 (0-0,05)
S3Z8TM1 (0-0,05) & S3Z8TM2 (0-0,05)
S4Z43TM1 (0-0,05)
S5Z29TM1 (0-0,05)
S5Z45TM1 (0-0,05)
S6Z29TM1 (0-0,05)
S6Z77TM1 (0-0,05)
S7Z5TM1 (0-0,05)
S8Z88TM1 (0-0,05)
S8Z89TM1 (0-0,05)
S8Z111TM1 (0-0,05)
S9Z15TM1 (0-0,05)
bioaccess totale Pb
Conc total Pb


Bioaccessibilté du plomb en fonction de la concentration
(sans TM3)
Bioaccessibilité totale en %
Concentration totale en mg/kg MS
chasse 4 (0-0,05)
chasse 1 (0-0,05)
S2Z6TM2 (0-0,05)
S3Z8TM1 (0-0,05) & S3Z8TM2 (0-0,05)
S4Z43TM1 (0-0,05)
S5Z29TM1 (0-0,05)
S5Z45TM1 (0-0,05)
S6Z29TM1 (0-0,05)
S6Z77TM1 (0-0,05)
S7Z5TM1 (0-0,05)
S8Z88TM1 (0-0,05)
S8Z89TM1 (0-0,05)
S8Z111TM1 (0-0,05)
S9Z15TM1 (0-0,05)
bioaccess totale Pb
Conc total Pb

En revanche, la granulométrie spécifique de l'échantillon TM3 par rapport aux autres échantillons analysés (cf tableau ci-dessous) pourrait être un facteur explicatif de la différence de bioaccessibilité observée. Comme indiqué dans le paragraphe 8.4, la granulométrie des sols analysés est en effet un facteur influençant la bioaccessibilité.

Néanmoins, le protocole mis en œuvre pour réaliser les tests de bioaccessibilité (protocole UBM) comprend un tamisage préalable des échantillons à 250 µm. Les valeurs de refus pondéral à 2 mm présentées ci-dessous ne reflètent donc pas nécessairement la différence de granulométrique fine des échantillons qui aurait pu influencer les résultats des tests réalisés sur les échantillons tamisés.

Echantillon	Refus pondéral à 2mm (%PB)
TM3 (0-0,05)	87,9
Chasse 4 (0-0,05)	17,7
Chasse 1 (0-0,05)	56
S2Z6TM2 (0-0,05)	26,2
S3Z8TM1 (0-0,05) & S3Z8TM2 (0-0,05)	17,4 & 13,7
S4Z43TM1 (0-0,05)	28
S5Z29TM1 (0-0,05)	39,3
S5Z45TM1 (0-0,05)	44,9
S6Z29TM1 (0-0,05)	47
S6Z77TM1 (0-0,05)	24,5
S7Z5TM1 (0-0,05)	12,8
S8Z88TM1 (0-0,05)	26,1
S8Z89TM1 (0-0,05)	30,8
S8Z111TM1 (0-0,05)	10,2
S9Z15TM1 (0-0,05)	27,3

Comme le montrent les données statistiques présentées ci-après, la non prise en compte des résultats obtenus sur l'échantillon TM3 permet de diminuer significativement l'écart-type calculé sur les données.

	Arsenic			Cadmium			Plomb		
	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	bioaccessibilté maximale mesurée	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	bioaccessibilté maximale mesurée	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	bioaccessibilté maximale mesurée
données en prenant en compte tous les échantillons									
moyenne	51,77	52,97	54,13%	85,88	79,33	90,56%	83,40	74,11	86,70%
max	95,20	88,90	95,20%	100,00	98,20	100,00%	100,00	100,00	100,00%
min	32,60	33,90	33,90%	45,50	21,00	75,00%	53,10	0,10	55,30%
ecart type	20,61	17,21	19,46%	17,07	22,45	8,09%	10,56	27,00	10,94%
données sans prendre en compte TM3									
moyenne	44,53	46,98	47,28%	84,31	85,81	89,51%	82,21	79,39	85,75%
max	57,40	55,60	57,40%	99,70	98,20	99,70%	95,20	100,00	100,00%
min	32,60	33,90	33,90%	45,50	70,70	75,00%	53,10	33,50	55,30%
ecart type	8,34	7,37	7,81%	17,33	9,71	7,83%	9,87	18,26	10,69%

Ainsi, dans la suite de l'étude, les données de bioaccessibilité mesurées pour l'échantillon TM3 ne seront pas retenues comme représentatives des données locales.

Pour la réalisation des calculs de risques sanitaires, on retiendra conformément aux préconisations de l'INERIS et de l'InVS la valeur de bioaccessibilité la plus élevée des 2 phases. Ce sont ainsi les valeurs moyennes suivantes qui seront retenues pour les bioaccessibilités :

- Arsenic : 47 %
- Cadmium : 90 %
- Plomb : 86 %.

Les teneurs en Arsenic, Plomb et Cadmium enregistrées dans les sols hors site dans le cadre de la présente IEM seront donc ajustées avec les bioaccessibilités moyennes présentées ci-dessus, afin de permettre d'affiner l'exposition aux contaminants contenus dans les sols et donc d'établir des calculs de risques sanitaires plus réalistes et propres au site étudié.

10.8 Résultats des analyses de screening (« paragénèse »)

Les tableaux de résultats des analyses de screening réalisés par le CEREGE sur les échantillons prélevés hors site sont présentés en **annexe A5.6**.

Ces résultats ont fait l'objet d'un traitement statistique. La méthodologie mise en œuvre pour le traitement statistique des données a été détaillée par M. TORRE (statisticien de l'Université d'Aix Marseille qui a travaillé spécifiquement sur ce traitement) et fait l'objet de l'annexe A6.9 au présent rapport. Le tableau suivant présente les méthodes d'ordination et de partitionnement mises en œuvre, on se reportera à l'annexe A6.9 pour disposer du détail de ces méthodes, de la justification de la démarche et des références bibliographiques associées.

Méthodes d'ordination	Méthodes de partitionnement
- Analyse en composantes principales (ACP) et analyse en composantes principales sous contrainte de voisinage (Multispati, article Schneider et al)	- Classification par moyennes mobiles (fonction kmeans modifiée dans l'article Brewer & Torre)
- Transformation des teneurs en ETM par transformation clr (Centered-log-ratio, package compositions)	- Règle d'arrêt de la division des groupes de partition (règle du coude)
- Graphe des valeurs propres (ade4)	- Aides à l'interprétation de la partition selon des critères endogènes (teneur en ETM) ou exogènes (secteur de prélèvement (*), coordonnées géographiques, nature des sols (**), géologie, phase d'intervention et position de l'échantillon (surface ou profond))
- Projection des variables sur les directions principales (ade4)	Approche intégrée ordination / partitionnement
- Projection des individus et ellipses d'inertie suivant les modalités de variables qualitatives exogènes à l'analyse (ade4)	- Partitionnement sur coordonnées factorielles
- Technique des individus et/ou variables supplémentaires	- Cartographie des coordonnées factorielles
	- Polygones des fréquences associés à chaque ETM

(*) Secteur et type de prélèvement : Des secteurs et types de prélèvement ont été intégrées en tant que critères exogènes dans la base de données pour le traitement statistique avec :

- BF, intégrant les types de prélèvement BFU et BFN
- CH, intégrant les types prélèvements dans la zone de chasse, ainsi que les 2 prélèvements ZSC7 et ZSC8 (intermédiaires entre transects et zone de chasse réalisés en Phase 2)
- RIV, intégrant les prélèvements chez les riverains sur les secteurs S1 à S9
- TR : intégrant les types de prélèvement transect par secteur (Est (TR-E), Ouest (TR-O) ou Sud (TR-S))
- Le Site de la Madrague (SdM) : intégrant les prélèvements Zsc1, Zsc2, Zsc4, Zsc5 et Zsc6 au voisinage Ouest du linéaire de la cheminée rampante du Site de la Madrague réalisés en Phase 2
- ESC : intégrant les prélèvements Zsc9, Zsc10, Zsc11 et Zsc12 au voisinage du site et de la cheminée Escalette réalisés en Phase 2

(**) Nature de sol : Les catégories de natures de sol rencontrées lors de la réalisation des investigations chez les riverains (présentés en paragraphe 10.2, figure 46 et 47) ont été intégrées en tant que critères exogènes dans la base de données pour le traitement statistique avec :

- 0 : TN ou remblais sans traces d'apports anthropiques (pas d'indice organoleptique)
- 1 : Remblais avec traces d'apports anthropiques (charbon)
- 2 : Remblais avec apports anthropiques (présence de brique, verre, béton, céramiques, …)
- 3 : Remblais avec apports anthropiques (présence de scorie, mâchefer, résidus noirs, …)

Compte tenu des signatures de sources mises en évidence dans le cadre de la première phase de prélèvements dans les encroutements de cheminées et le crassier, il a été mis en évidence que les 44ETM ne contribuaient pas dans les mêmes proportions à la signature chimique. C'est dans ce cadre que le travail de traitement des données a été focalisé sur une sélection de 19 ETM d'intérêt qui varient le plus et sont associés aux sources potentielles d'ETM dans la zone d'étude, il s'agit des éléments : Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl, V et Zn.

Remarque : le même travail a été réalisé sur les 44ETM et il apparait que la prise en compte de l'ensemble des ETM recherchés dans les sols ne permet pas d'obtenir la finesse équivalente (à celle obtenue en se focalisant sur un nombre plus restreint de 19ETM) dans le partitionnement des signatures chimiques. De la même manière le travail d'analyse statistique détaillée a été réalisée sur la base du jeu de données sur les 8ETM (analyses issues du laboratoire EUROFINS à l'eau régale), principalement en raison de la plus importante densité des échantillons analysés et donc d'une couverture géographique plus large. L'analyse sur les 8ETM met en évidence que le panel de métaux ne permet pas de discriminer les signatures chimiques complexes entre les deux principales zones sources (ESC et du Site de la Madrague) et que les groupes individualisés au niveau des riverains apparaissent moins pertinent eu égard aux caractéristiques de chaque secteur et zones investiguées. Au regard de la problématique et des enjeux et par soucis d'exhaustivité, ces travaux sont reportés en annexes A6.10 et A6.11 du présent rapport et font l'objet d'une interprétation détaillée spécifique également intégrée à l'annexe.

10.8.1 Présentation de l'ACP « Multispati » 66 échantillons de surface x 19 ETM et « kmeans »

Les diagrammes de corrélation entre variables projetées selon les axes 1 (Horizontal) et 2 (vertical) expliquent plus de 85 % de la variance de la population analysée.

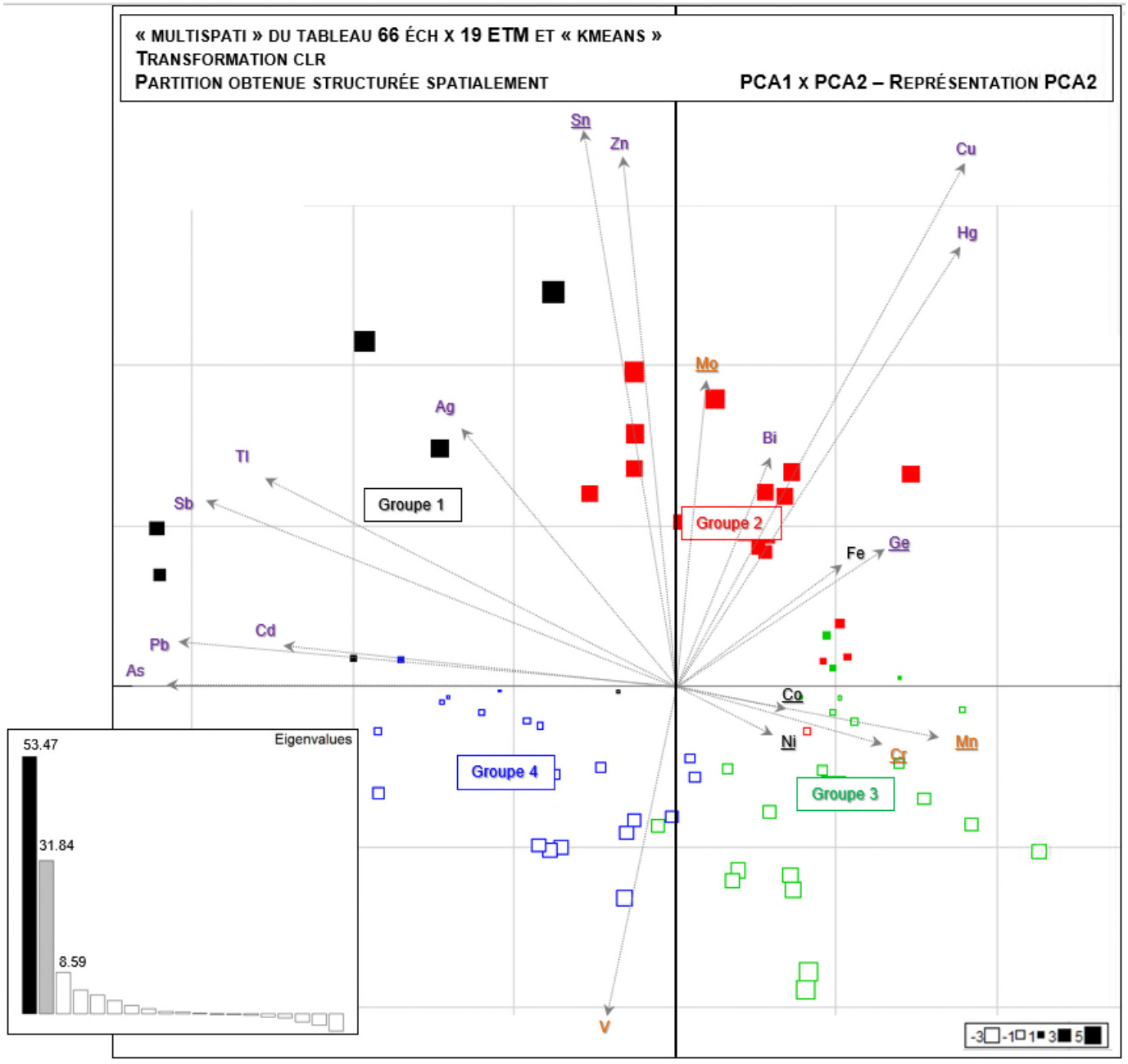


Figure 51 – Résultats de l'ACP « MultiSpati » de 66 échantillons de sols de surface sur les 19 ETM et « kmeans » - Représentation de PCA2 (après transformation clr)

La lecture de la figure page précédente permet de mettre en évidence que :

- L'Axe 1 est :
  - Négativement corrélé avec les éléments chalcophiles traceurs majeurs des activités du Site de la Madrague et ESC : As, Pb, Cd, Sb, Tl et Ag marqueurs des encroutements selon l'analyse qualitative simple des résultats obtenus sur les échantillons de sources (paragraphe 9.5)
  - Positivement corrélé avec les éléments Mn, Cr, Ge, Fe, ainsi que Hg et Cu
- L'Axe 2 est :
  - Négativement corrélé avec uniquement l'élément lithophile V, qui est ressorti de l'analyse de la paragenèse des sources au niveau de la cheminée verticale sur site (associées à des fours à charbon sur site, à l'instar des fours utilisés historiquement sur le site Veyrminck qui jouxtait le Site de la Madrague à l'étude)
  - Positivement corrélé avec les éléments Mn, Cr, Ge, Fe, ainsi que Hg et Cu

L'ACP réalisée a abouti à la définition d'une partition structurée spatialement selon 4 groupes dont les caractéristiques intrinsèques sont détaillées dans des histogrammes cumulés de synthèse en pages suivantes. La répartition géographique des groupes est quant à elle présentée dans les figures 52 et 53.

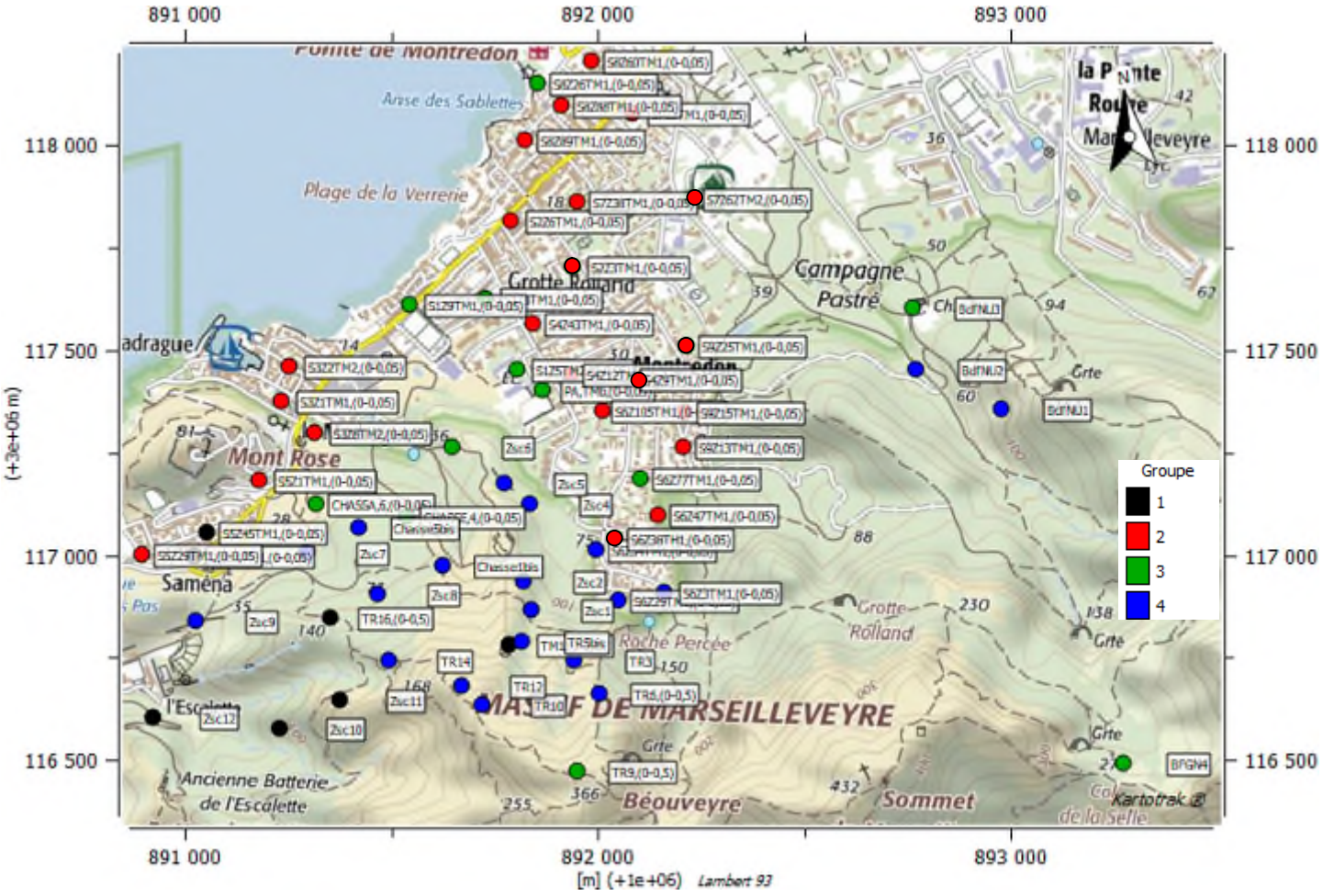


Figure 52 – Cartographie des Groupes de signature chimique proche, par application d'une méthode de partitionnement, sur fond de carte IGN

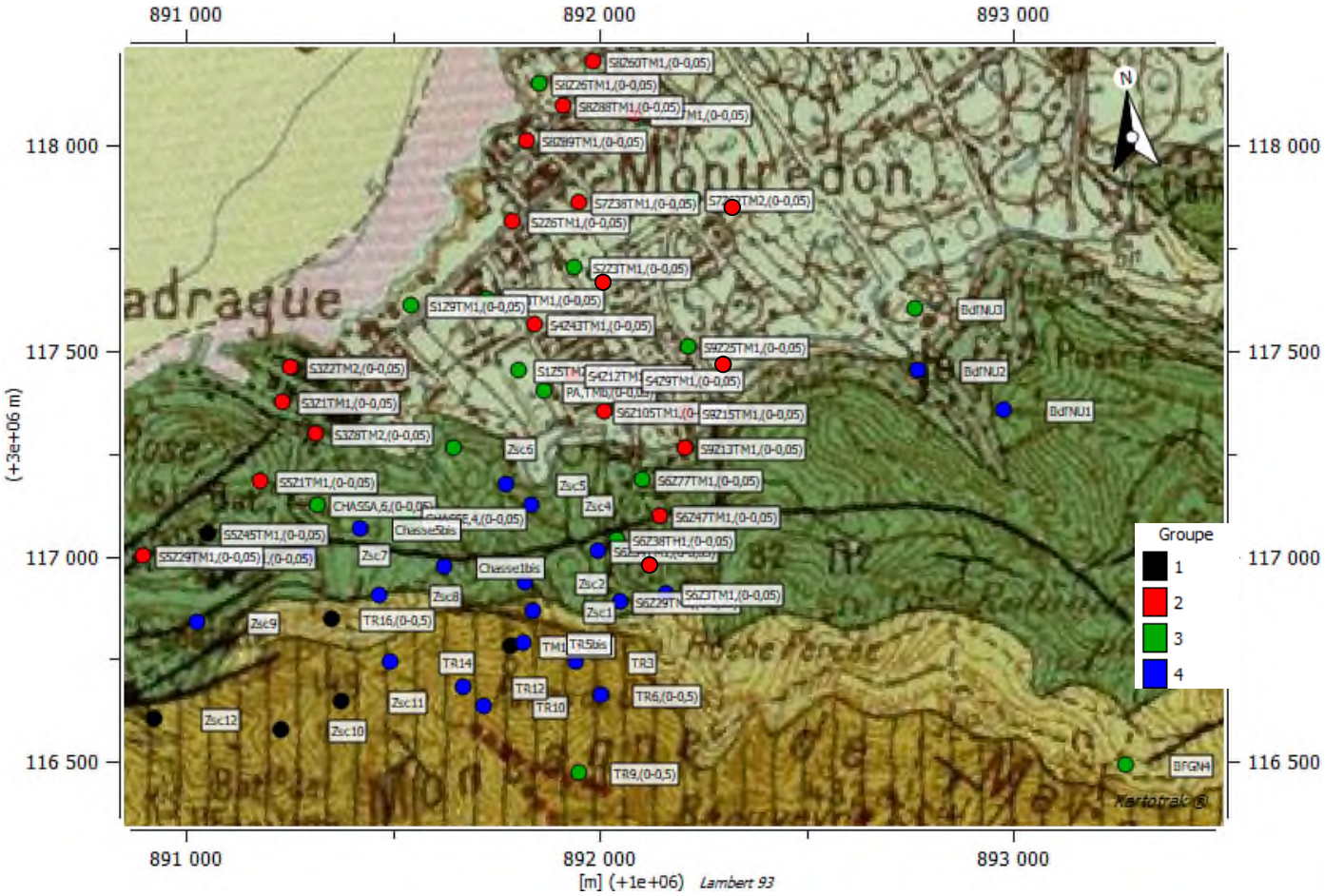


Figure 53 – Cartographie des Groupes de signature chimique proche, par application d'une méthode de partitionnement, sur fond de carte géologique

Comme le met en évidence l'histogramme de répartition cumulée (en pourcentage) de l'origine des échantillons répartis dans chaque Groupe en figure 54, les 4 groupes de signature chimique proche individualisés présentent les caractéristiques suivantes :

- **Groupe 1 :**
  - Groupe majoritairement marqué significativement par la signature de la source ESC : 75% de la zone source ESC est dans le Groupe 1 avec une signature très marquée en As, Pb, Cd, Sb et Tl au niveau des prélèvements Zs10, 11 et 12 (points alignés sur les ETM chalcophiles, traceurs des activités ESC et du Site de la Madrague, dans le périmètre extérieur de l'ACP)
  - Groupe comprenant uniquement des riverains du Secteur S5 (Z21 et Z45), secteur statistiquement significatif qui est caractérisé par des sols de surface présentant systématiquement des indices de remblais marqués avec débris de démolition mélangés dans les sols. Sur ce Groupe les 2 parcelles de Riverains présentent des anomalies en Pb et As supérieures au seuil de 300 du HCSP pour le Pb et à la valeur de bruit de fond pour l'As.
  - Groupe cohérent géographiquement
- **Groupe 4 :**
  - Groupe majoritairement marqué par la signature de la source du Site de la Madrague et sols naturels non remaniés alentours et en mélange vers l'Ouest avec la zone source ESC : 67% de la zone source du Site de la Madrague est dans le Groupe 4 avec les prélèvements complémentaires dans le secteur entre la cheminée rampante et les zones aménagées Est des secteurs 6 et 4 (Zsc1, 2, 4 et 5), ainsi que les prélèvements de transects (75%) et de chasse (67%), le prélèvement Zsc9 à proximité de l'ESC et 2 échantillons de BF à 1km à l'est du site.
  - Groupe comprenant uniquement des riverains du Secteur S6 (Z3, Z29 et Z34) ; seul Z3 présente des indices organoleptiques (démolition) évident au niveau des sols sur ces parcelles localisées dans le secteur Sud de la zone urbaine, au plus proche de la cheminée du Site de la Madrague (à 300-350 m de la cheminée haute du Site de la Madrague). Sur ce Groupe la parcelle S6Z29 de Riverains présente des anomalies en Pb et As supérieures au seuil de 300 du HCSP pour le Pb et à la valeur de bruit de fond pour l'As.
  - La variable significative statistiquement sur ce groupe correspond à des prélèvements TR assimilables, de par leur positionnement, au Site de la Madrague (retombées de cheminée verticale).
  - Groupe cohérent géographiquement.

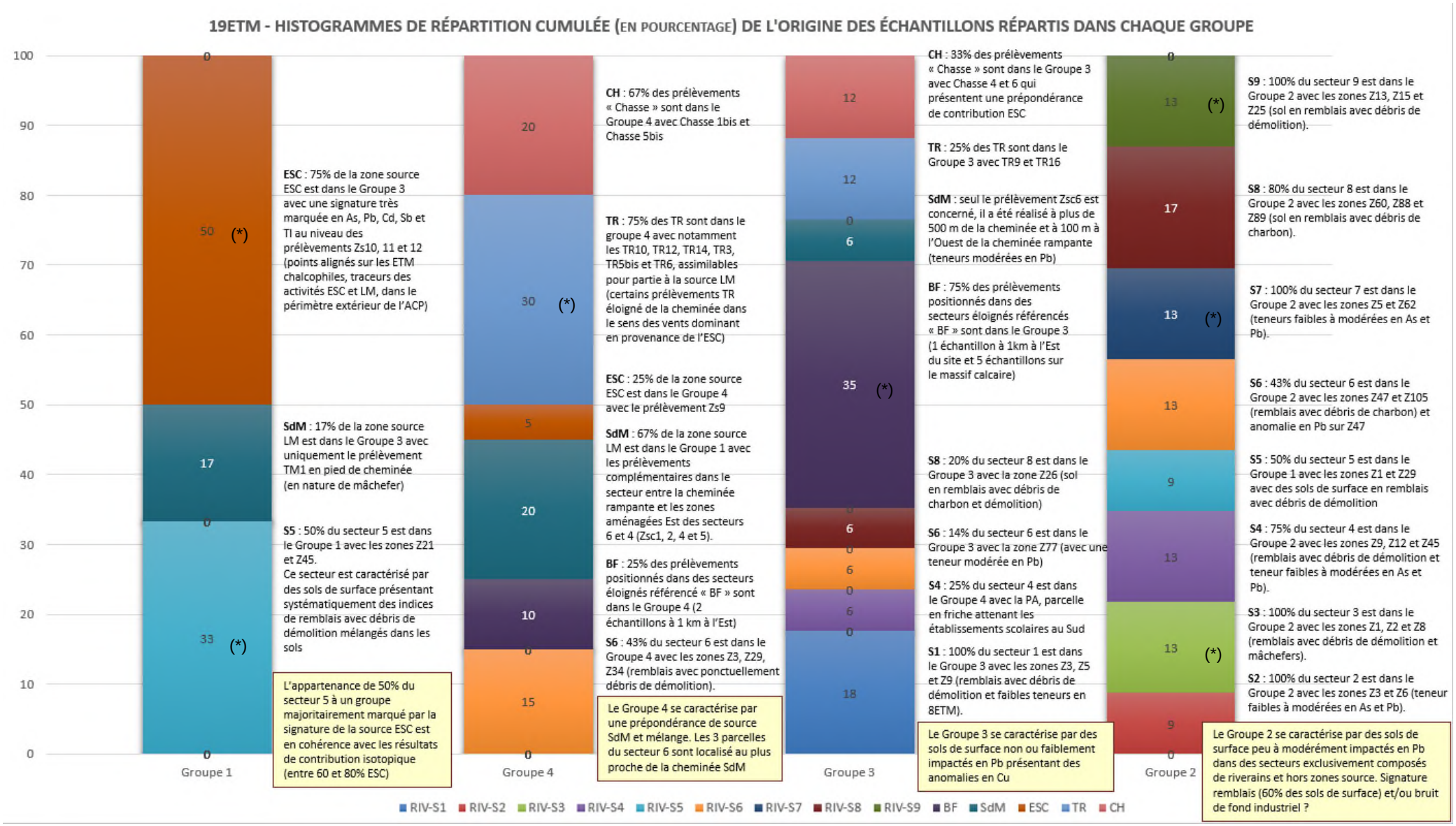


Figure 54 – 19 ETM - Histogramme de répartition cumulée (en pourcentage) de l'origine des échantillons répartis dans chaque groupe
(*) forte significativité du résultats (p-value < 0.05)

- **Groupe 3 :**
  - Groupe représenté à 35% par des échantillons de bruit de fond (5 échantillons sur le massif calcaire (100% BFN) et 1 échantillon à 1 km à l'Est du site – données significatives statistiquement), 35% par des parcelles de riverains (secteurs S1, S4, S6 et S8), 2 échantillons les plus à l'Ouest de la zone de chasse (plus proche du Mont Rose et de l'ESC), ainsi que Zsc6 (réalisé à plus de 500 m de la cheminée et à 100 m à l'Ouest de la cheminée rampante).
  - Ce groupe est majoritairement représenté par des sols de surface marqués en V, non ou modérément impactés en Pb (inférieur au seuil de 300) et présentant des anomalies en Cu sur les parcelles de riverains.

    Remarque : le Vanadium a été retrouvé d'une manière prépondérante dans les encroutements de la cheminée sur site. Ce groupe pourrait être influencé par une signature de combustion (fours à charbon en provenance du Site de la Madrague et/ou potentiellement d'autres sites industriels disposant d'une cheminée associée à des combustions en fours tel que l'ancienne verrerie attenante). Les éléments Co et Ni (dans le même domaine de l'ACP) constituants par ailleurs des traceurs des activités historiques de verrerie.

  - Groupe comprenant 4 secteurs de riverains avec un ratio de 1/3 de remblais avec indice de démolition dans les sols de surface, sans anomalies en Pb supérieures au seuil de 300 mg/kg MS du HCSP, sur les parcelles riveraines dans ce groupe
  - Groupe peu cohérent géographiquement

- **Groupe 2 :**
  - Groupe caractérisé à 100% par des sols de riverains (hors zones source).
  - Les sols de surface présentent majoritairement des indices organoleptiques marqués de remblais (mâchefers, charbon et démolition), avec des anomalies ponctuelles en Pb et As. Sur ce Groupe, 7 parcelles de Riverains présentent des anomalies en Pb et 2 en As, supérieures au seuil de 300 du HCSP pour le Pb et à la valeur de bruit de fond pour l'As.
  - Groupe reflet d'une signature de remblais hétérogènes (61% des sols de surface de riverains) et d'un bruit de fond industriel (signature de mélange d'activités anthropiques historiques locales).

On se réfèrera aux histogrammes cumulés de la nature des sols de surface pour plus de détail en figure 55.

La figure 56 qui présente une synthèse des caractéristiques de chaque groupe met bien en évidence que :

- En ce qui concerne la nature des sols, parmi les échantillons intégrés dans l'analyse statistique :
  - Les sols sans indices organoleptiques marqués sont majoritairement représentés dans le groupe 4, ce groupe étant représenté à 85% par des échantillons de sols de surface de terrain naturel non remanié (secteur proche des sources et zone de mélange (référencées « LM », « TR » et « CH » essentiellement).
  - Les sols présentant des débris de charbon sont exclusivement retrouvés dans le Groupe 2 qui regroupe également 64% des sols présentant des débris de démolition.
  - Les sols avec présence de mâchefers sont exclusivement localisés au niveau du secteur S3 de riverains qui a une signature à 100% dans le Groupe 2 qui, rappelons-le, semble, au regard de ses caractéristiques, représenter un groupe non cohérent géographiquement, qui serait le reflet d'une signature de remblais hétérogènes (61% des sols de surface de riverains) et/ou d'un bruit de fond industriel (signature de mélange d'activités anthropiques historiques divers). Notons que sur l'ensemble des échantillons prélevés les débris de mâchefers et ponctuellement de scories ont été identifiés sur les secteurs S1 et S3.
- La majeure partie des riverains est représenté par le Groupe 2 qui n'a pas de signature proche avec les secteurs source et zones de mélange de retombées de poussières (référencés « LM », « ESC », « TR », « CH » et « BFU »).
- L'intégration du contexte géologique ne met pas en évidence de cohérence nette des groupes avec les formations géologiques en présence. Ce constat n'est pas très surprenant les sols de surface prélevés chez les riverains étant constitués majoritairement de terres d'apport de qualité et d'origine non connue, qui présentaient sur certaines parcelles des indices organoleptiques de débris de charbon, débris de démolition ou encore de mâchefers. Seuls les prélèvements à proximité des sources (sur les formations calcaires naturelles) représentent des sols en place non remaniés représentatifs de l'accumulation des retombées de cheminées, en provenance des sites industriels historiques qui se sont succédés sur la zone d'étude.
- Les anomalies en Pb (teneurs supérieures au seuil de 300 mg/kg MS du HCSP) et en As (teneurs supérieures à la valeur de bruit de fond) dans les sols de surface sont majoritairement retrouvées dans les Groupes 1 et 4 qui présentent des signatures respectives proches de la sources ESC et de la source du Site de la Madrague et de mélange.

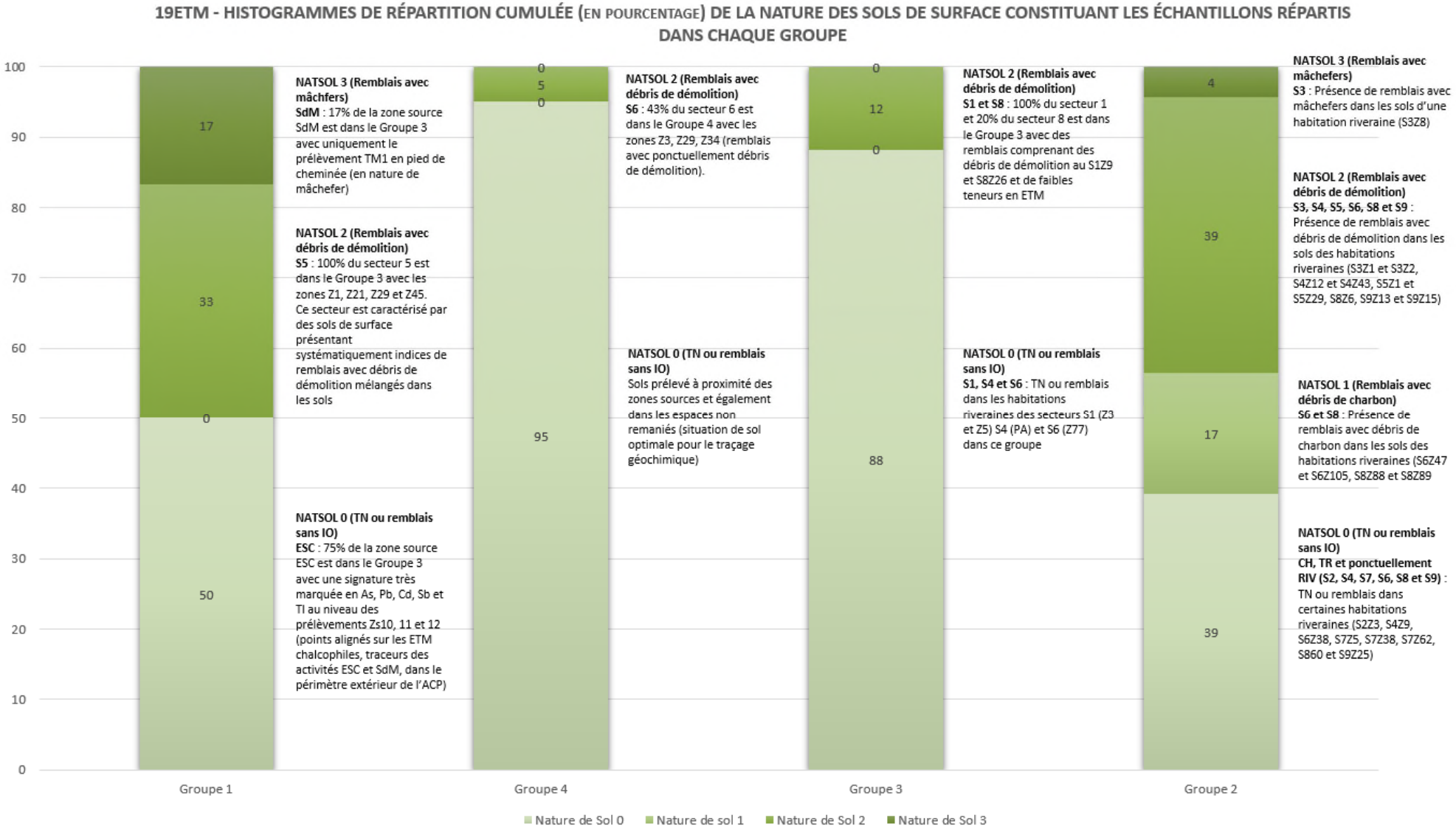


Figure 55 – 19ETM - Histogramme de répartition cumulée (en pourcentage) de la nature des sols de surface constituant les échantillons répartis dans chaque groupe

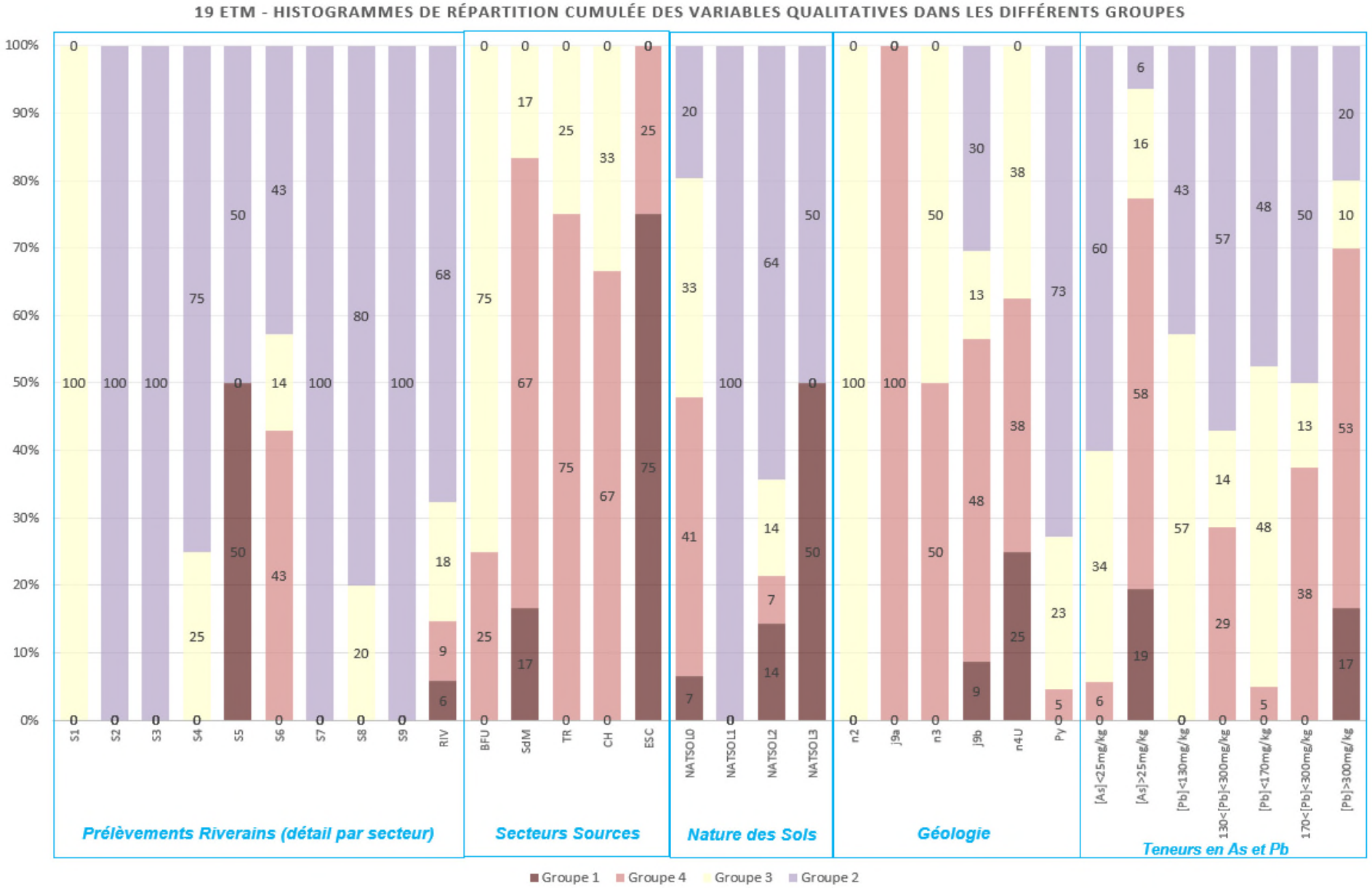


Figure 56 – 19ETM - Histogramme de répartition cumulée (en pourcentage) des variables exogènes dans les différents groupes

Enfin par soucis de complétude il est proposé ci-dessous un histogramme de répartition des concentrations en 19ETM dans chaque groupe, comparé à la moyenne générale avec la précision (par un astérisque) des valeurs significatives à l'échelle de chaque groupe considéré. On note que les groupes sont significativement caractérisés par les éléments chimiques suivants :

Groupe	Commentaire	Corrélation	Opposition
Groupe 1	Signature proche avec la source ESC avec dans le groupe 50% du Secteur S5 (seuls riverains du groupe)	As, Ag, Cd, Pb, Sb, Tl, Sn et Zn	Co, Mn, Ni
Groupe 4	Signature proche avec la source du Site de la Madrague et prélèvements de signature mixte ESC/Site de la Madrague, avec dans le groupe 43% du Secteur S6 (seuls riverains du groupe)	As, Cd, Pb, V	Fe, Ge, Hg, Zn
Groupe 3	Groupe comprenant 4 secteurs de riverains avec un ratio de 1/3 de remblais avec indice de démolition dans les sols de surface, non cohérent géographiquement. Signature anciennes activités locales avec cheminées associées à des fours à charbon	Cr, Fe, Ge, Mn, Ni, Co, V	Ag, Bi, Cd, Cu, Pb, Sb, Sn, Zn
Groupe 2	Groupe 100 % riverains, non cohérent géographiquement qui serait le reflet d'une signature de remblais hétérogènes (61% des sols de surface de riverains) et/ou d'un bruit de fond industriel (signature de mélange d'activités anthropiques historiques divers)	Cu, Hg, Sn, Zn	As, Pb, Sb, Tl

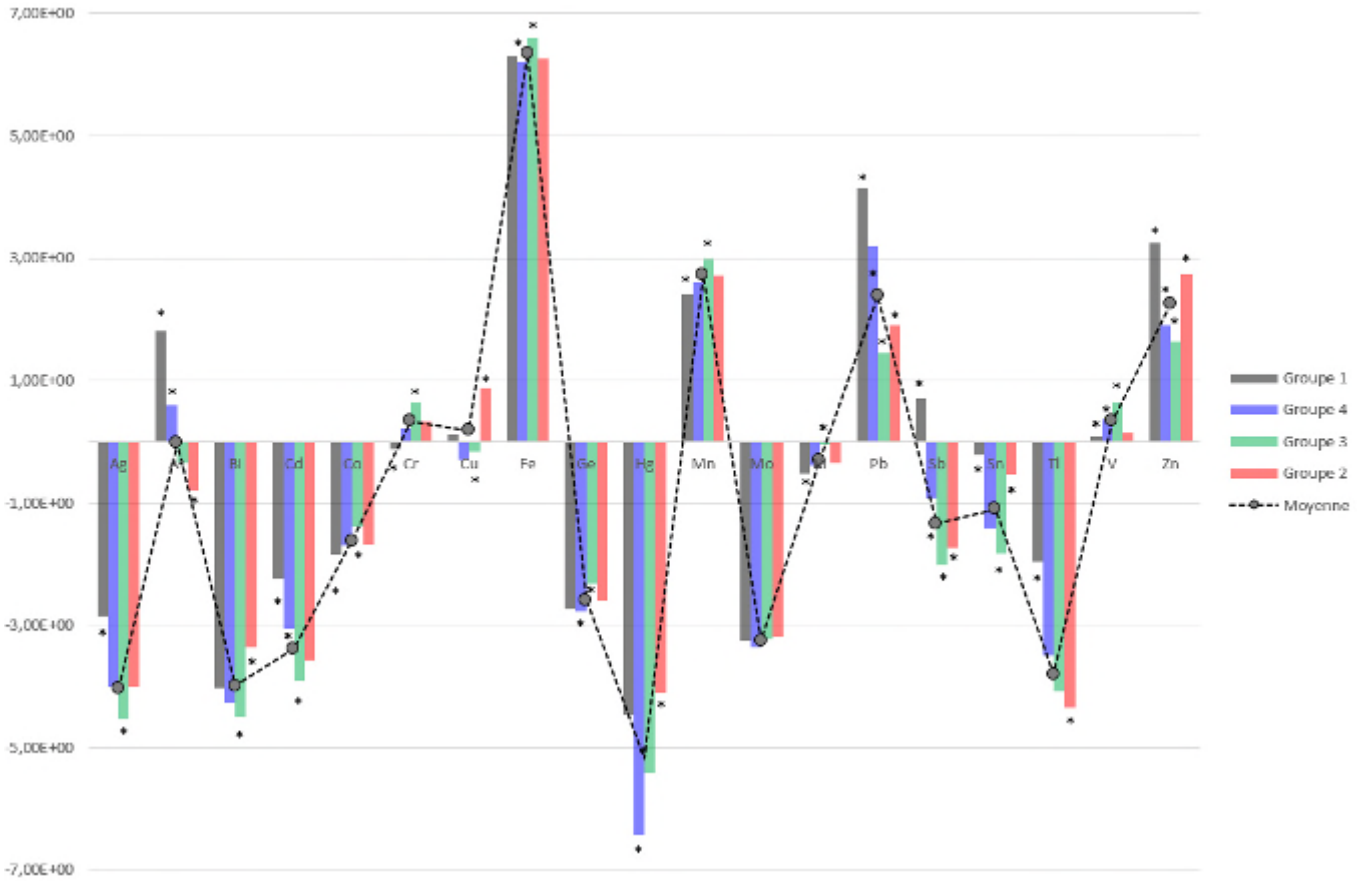


Figure 57 – 19ETM - Histogramme de la signature en 19ETM (teneurs moyennes normalisées par éléments) pour chaque groupe avec comparaison à la moyenne générale

10.8.2 Présentation de l'ACP et technique des « individus supplémentaires » - 19ETM

On se reportera à l'annexe A6.9 pour disposer de la méthodologie mise en œuvre dans le cadre de cette analyse statistique, qui permet d'apprécier la « projection » des échantillons de sols profond et des échantillons de source sur l'ACP établie sans les échantillons profonds et source.

La représentation mise en forme reporté en figure 58 page suivante permet d'apprécier la répartition des sources et des échantillons de sols profonds sur l'ACP des échantillons de sols de surface hors source.

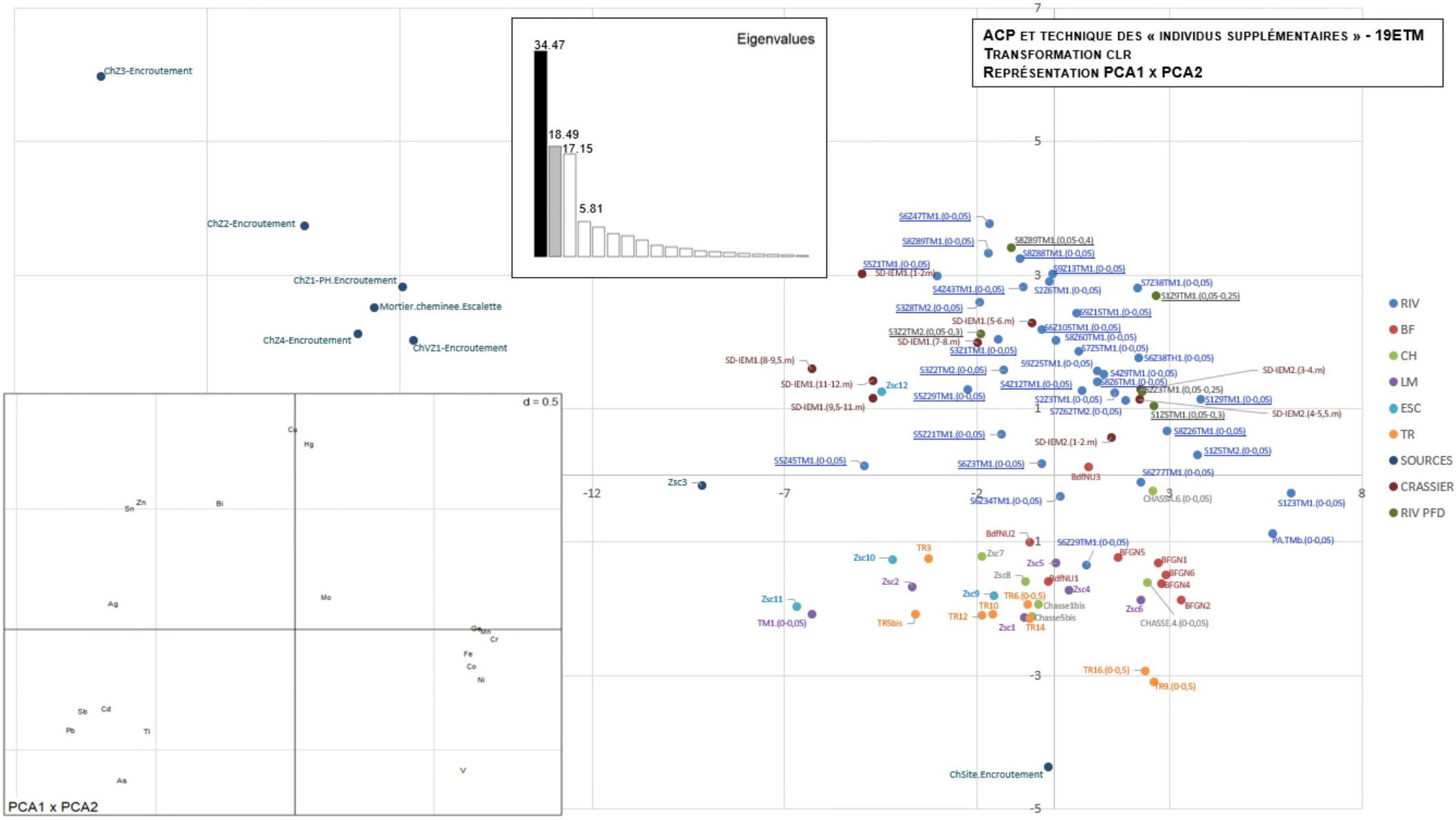


Figure 58 – Résultats de l'ACP sur les 19 ETM et technique des « individus supplémentaires » - Représentation (après transformation clr)

Plusieurs points sont à noter :

- Les sources encroutements dans la cheminée rampante sont caractérisées par des corrélations très fortes en Pb, As, Cd, Sb, Tl, Ag, Sn et Zn. On note un rapprochement vers la zone des échantillons de sol, en cohérence avec le positionnement des prélèvements sur le linéaire du système d'épuration des fumées (avec les encroutements de la cheminée verticale haute au plus proche des prélèvements de sols).
- Le prélèvement d'encroutement dans la cheminée sur site se singularise avec une signature en V et As, cohérente avec son usage historique
- Nous notons que la zone source Zsc3 (site Margnat), qui correspond à des prélèvements de sols au plus proche de la zone de carneaux haut (sols marqués organoleptiquement), se singularise des signatures des autres sources.
- Les prélèvements sur le crassier au moyen des sondages SD-IEM1 et SD-IEM2 se positionnent d'une manière cohérente :
    - Pour les prélèvements profonds sur SD-IEM1 (correspondant à des horizons de déchets contemporain des activités de fonderie) à proximité d'un échantillon de source ESC et non loin de remblais impactés du secteur 5 (dans le groupe 1 avec la source ESC)
    - Pour les prélèvements moins profonds sur SD-IEM1 au sein de prélèvements de sols de riverains en nature de remblais marqués avec indice organoleptiques de démolition, de charbon et de mâchefers appartenant au Groupe 2
    - Pour les prélèvements sur SD-IEM2, à proximité de prélèvements de sols de surface en nature de remblais marqués organoleptiquement appartenant au Groupe 2 et au Groupe 3 (Secteurs S1, S2, S4, S7 et S8). Une signature proche entre ces prélèvements dans le crassier et les sols de surface des secteurs S3 et S1 n'est pas mise en évidence.
- Les prélèvements de sols profonds présentent une signature proche avec les sols superficiels analysés sur la même parcelle; c'est le cas pour S8Z89, S3Z2, S2Z3, S1Z5 et dans une moindre mesure S1Z9. Ces corrélations militent en faveur de sols remaniés (cas de remblais).

Du fait de la diversité des sources (retombées atmosphériques du Site de la Madrague ou Escalette, remblais d'origine et de qualité non connue, pratiques environnementales des riverains), il apparait difficile de préciser l'influence des périodes de production des rejets du Site de la Madrague sur la base des concentrations en éléments trace métalliques.

Cette analyse a permis de mettre en évidence une influence du Site de la Madrague prépondérante à proximité de la cheminée haute (rayon de 300 mètres).

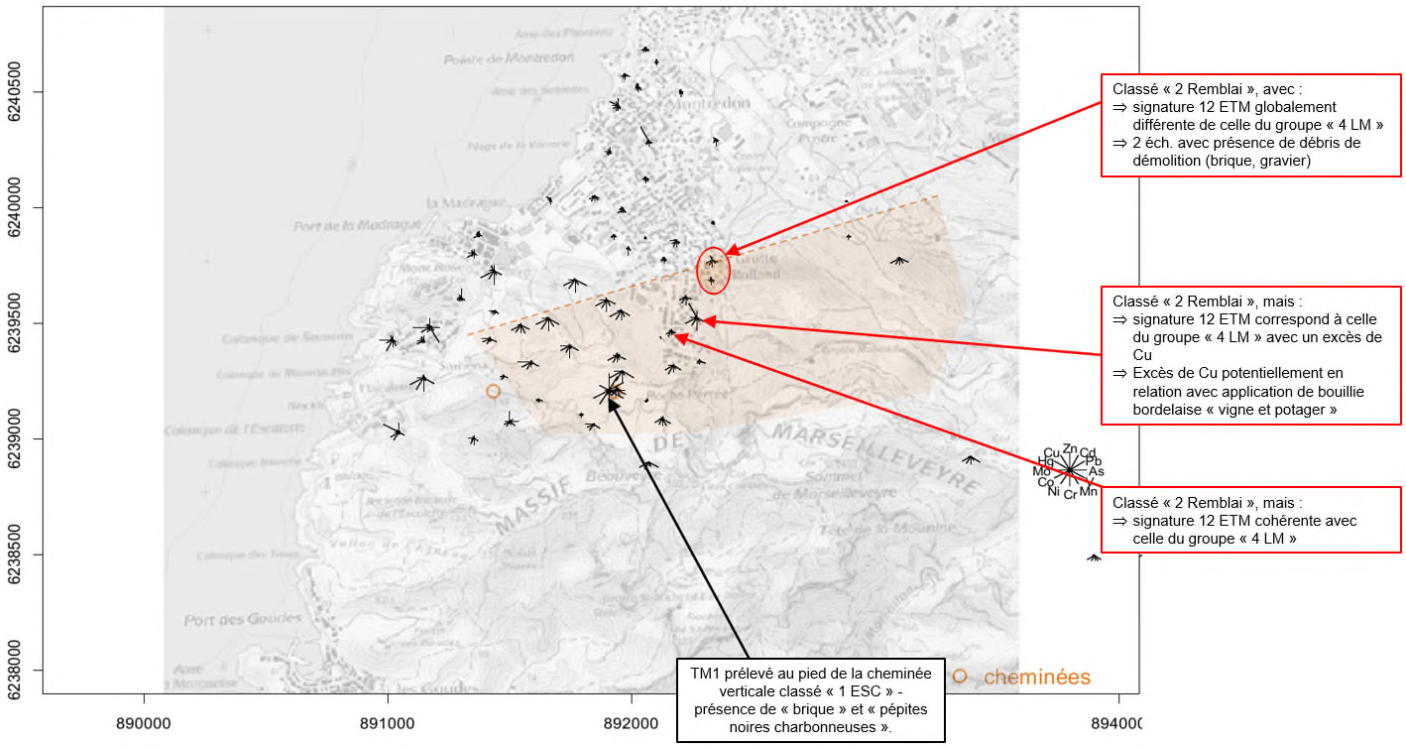
L'usine a influencé la qualité des sols environnants par des retombées atmosphériques durant sa période d'activité de fonderie et d'affinage de Plomb (Hilarion-Roux jusqu'en 1883) sur un périmètre restreint au Nord de la cheminée (sur une emprise Sud du secteur 6). De la même manière, l'Escalette semble avoir une influence prépondérante sur le secteur 5. Ce constat semble clair sur la base de l'analyse statistiques des 19ETM. Notons que le même constat n'est pas aussi clair avec l'analyse des 44ETM et encore moins avec les 8ETM.

Des remblais d'origine diverse dont des résidus des industries locales ont été apportés au droit des jardins et espaces verts des parcelles privatives comme à l'évidence sur le domaine public contenant notamment des débris de démolition, des mâchefers, cendres, charbon ou des scories d'usine. Notons que l'analyse statistique n'a pas permis de discriminer la majeure partie des riverains, les Groupes de riverains (3 et 2) représentant des ensembles intégrateur de signatures proches ou mixtes, assimilées à une signature de remblais et de bruit de fond industriel.

Les résultats de ces tests statistiques ne montrent pas d'impact par retombées atmosphériques en provenance du crassier.

Enfin certains éléments traces sont caractéristiques d'impuretés du charbon signant des impacts potentiels provenant des fumées des cheminées de combustion nombreuses dans ce secteur très industrialisé.

Notons qu'une analyse complémentaire a permis de mettre en évidence une influence par dépôt atmosphérique suffisante pour imposer une signature géochimique spécifique au niveau de sols présentant des indices de remblais. Comme le met en évidence la figure page suivante, le constat a été fait sur deux échantillons appartenant au groupe statistique 2, mais dont la signature en 12 ETMM est cohérente avec la signature du Site de la Madrague.



Sur cette base, une zone d'influence du Site de la Madrague, en lien avec les premières activités de fonderie (Hilarion Roux) a été dimensionnée en tenant compte des points de la catégorie 4, concordant selon toutes les méthodes statistiques testées, de la rose des vents dominants et sans tenir compte de la topographie. Ce zonage, basé sur l'approche statistique, a été repris dans la figure 59 page suivante.

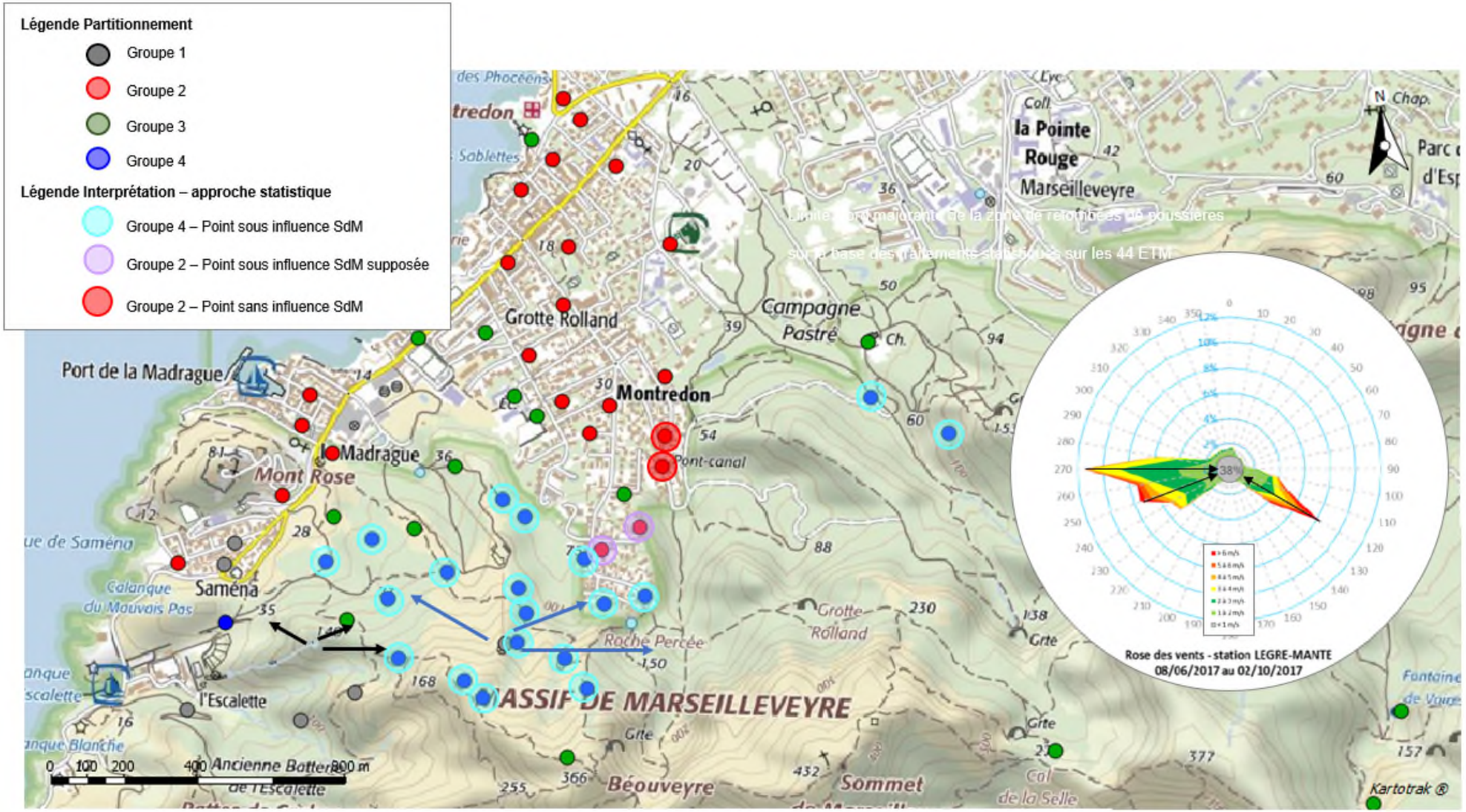


Figure 59 – Implantation schématique de la zone d'influence de l'ancien Site de la Madrague sur son environnement sur la base des études statistiques

L'analyse statistique, bien que solide, présente des variations liées aux paragénèses qui peuvent évoluer dans le temps pour chaque source (dont certaines non connues comme l'ancienne verrerie).

Ces tests n'ont pas permis de distinguer une paragénèse crustale, ni une paragénèse atmosphérique, ainsi que les mélanges liés aux pratiques propres à chaque riverain sur son terrain (utilisation d'engrais, de pesticides, …), aux apports environnementaux (venus de l'atmosphère, venus des embruns qui apportent une paragénèse particulière). De la même manière les paragénèses sont influencées par les transformations minéralogiques (éléments fixés ou libérés selon les sols et conditions locales).

Ce sont ces différences qui nécessitent l'utilisation complémentaire de l'outil isotopique qui peut tracer et délimiter des sources précises, outil adapté dans le système complexe à l'étude (durée de plus d'un siècle d'exploitation industrielles multiples et de dépôts auxquels s'adjoignent des remblais extérieurs d'origine et de qualité variée).

10.9 Résultats des analyses isotopiques

10.9.1 Présentation des résultats et Méthodologie initiale d'interprétation des données

Les résultats analytiques de compositions isotopiques en plomb de différents échantillons de sol prélevés dans les jardins des riverains et dans les calanques, au droit de différents secteurs, sont présentés en **annexe A5.5**.

Cette annexe comprend les rapports d'analyse produit par M. VERON qui proposent plusieurs représentations graphiques des résultats, avec une interprétation des données, sans intégration du contexte détaillé de l'étude d'IEM, mais permettant de disposer de l'expérience reconnue de M. VERON dans le domaine de l'isotopie du Plomb et de son application dans le domaine de l'environnement. La base même de l'interprétation a été reprise du rapport CNRS annexé.

Les analyses qui ont été confiées au CNRS ont été réalisées selon 3 phases :

- *Analyses initiales de caractérisation des sources : analyses sur 15 échantillons de sources (6 encroutements de cheminées et carneaux et 9 échantillons de sols du crassier) qui sont présentés dans le paragraphe 9.5 de la présente IEM*

- *Analyses d'une 1ère sélection de 10 échantillons de sols hors site, afin de vérifier la possibilité d'utiliser l'outil isotopique pour tracer l'origine du plomb dans les sols :*

  Les échantillons ayant fait l'objet d'analyses isotopiques correspondent à des échantillons présentant des teneurs **anomaliques** a minima en plomb, vraisemblablement caractéristiques des activités industrielles liées aux industrielles du secteur, et pour lesquels l'isotopie pouvait potentiellement permettre de déterminer l'origine de la contamination (Site de la Madrague ou Escalette, ou autre, sur la base des résultats présentés au paragraphe 9.5). Des échantillons présentant des anomalies faibles *(*)* à élevés *(**)* ont été sélectionnés, répartis sur différents secteurs, afin d'obtenir une bonne représentativité.
  (*) : S6Z77, S8788, S8Z89, chasse 6
  (**) : TM1, S3Z8, S5Z29, S5Z45, S6Z29, chasse 4

  Ces analyses ont fait l'objet d'un second rapport d'analyse publié par le CNRS tenant compte d'un 1er niveau d'interprétation des données, également reporté en annexe A5.5.

- *Analyses de 15 échantillons complémentaires de sols hors site, compte tenu des 1ers résultats obtenus, en vue de les compléter et éventuellement les conforter.*
  Les échantillons ayant fait l'objet d'analyses isotopiques dans un second temps correspondent à des échantillons géographiquement répartis sur l'ensemble du périmètre à l'étude hors Site de la Madrague présentant des teneurs anomaliques a minima en plomb, sauf au niveau du secteur 1 où aucune anomalie en Pb n'a été enregistrée dans les sols dans la limite des investigations réalisées) :
  - *Secteur 1 (pas d'analyse d'isotopie en Phase 1) : échantillons de sols de surface et de sols sous-jacents pour vérifier l'origine du plomb sur ce secteur, en position intermédiaire avec le secteur 8.*
  - *Secteur 2 (pas d'analyse d'isotopie en Phase 1) : échantillons de sols de surface et de sols sous-jacents pour vérifier l'origine du plomb en position intermédiaire avec les secteurs 8, 4 et 9*
  - *Secteur 3 : vérifier les 1ers résultats sur ce secteur et l'impact dans le secteur Sud-Ouest en limite avec la zone d'influence de l'Escalette*
  - *Secteur 4 (pas d'analyse d'isotopie en Phase 1) : échantillons de sols de surface pour vérifier l'origine du plomb sur ce secteur, en position de « transect Est / sud-Est » depuis le site.*
  - *Secteur 5 : vérifier les 1ers résultats sur ce secteur et l'impact de l'Escalette dans le secteur Sud-Ouest*
  - *Secteur 7 (pas d'analyse d'isotopie en Phase 1) : échantillons de sols de surface pour vérifier l'origine du plomb sur ce secteur, en position de « transect Nord-Est » depuis le site et intermédiaire avec le secteur 8.*
  - *Secteur 8 : vérifier les 1ers résultats sur ce secteur dans les sols de surface et les sols sous-jacents (origine du plomb, remblais, …).*

  Ces analyses ont fait l'objet d'un troisième rapport d'analyse publié par le CNRS, également reporté en annexe A5.5.

Les empreintes isotopiques de l'ensemble des échantillons de sol soumis à l'analyse des isotopes du Plomb sont présentées sur le graphique ci-après, sur lequel figurent également les empreintes isotopiques d'autres échantillons prélevés dans le secteur de Montredon et de l'Escalette, ainsi que l'évolution transitoire des signatures isotopiques de la source atmosphérique Française depuis les années 1980 (données fournies par le CEREGE). Cette signature

est principalement composée des émissions liées à l'utilisation des carburants plombés, et dans une moindre mesure, des émissions industrielles de métaux non-ferreux[34].

A titre informatif, le maximum des émissions de plomb en France s'est situé dans les années 1970-1980, puis a diminué à partir des années 1990 suite à la diminution progressive puis définitive du plomb dans les carburants automobiles.

L'observation du graphique permet de constater que l'ensemble des données du Site de la Madrague, de Montredon et de l'Escalette est généralement dissocié de la courbe d'évolution des empreintes atmosphériques (courbes de mélange différentes).

Notons que par rapport à la note établie suite à la 1ère phase d'analyse d'échantillons de sols de Montredon ont été rajoutés à cette figure les empreintes de plomb dites « naturelles » qui correspondent au bruit de fond « naturel » (Angelidis et al., 2012).

Sur la base de ce graphique on peut estimer que le plomb automobile ne contribue pour la majeure partie des échantillons (particulièrement ceux de la 1ère série d'analyse de sols de Montredon) que faiblement (moins de 5%) au plomb accumulé dans la calanque de Montredon. Les 95% restant sont donc soit d'origine crustale ou d'origine industrielle.

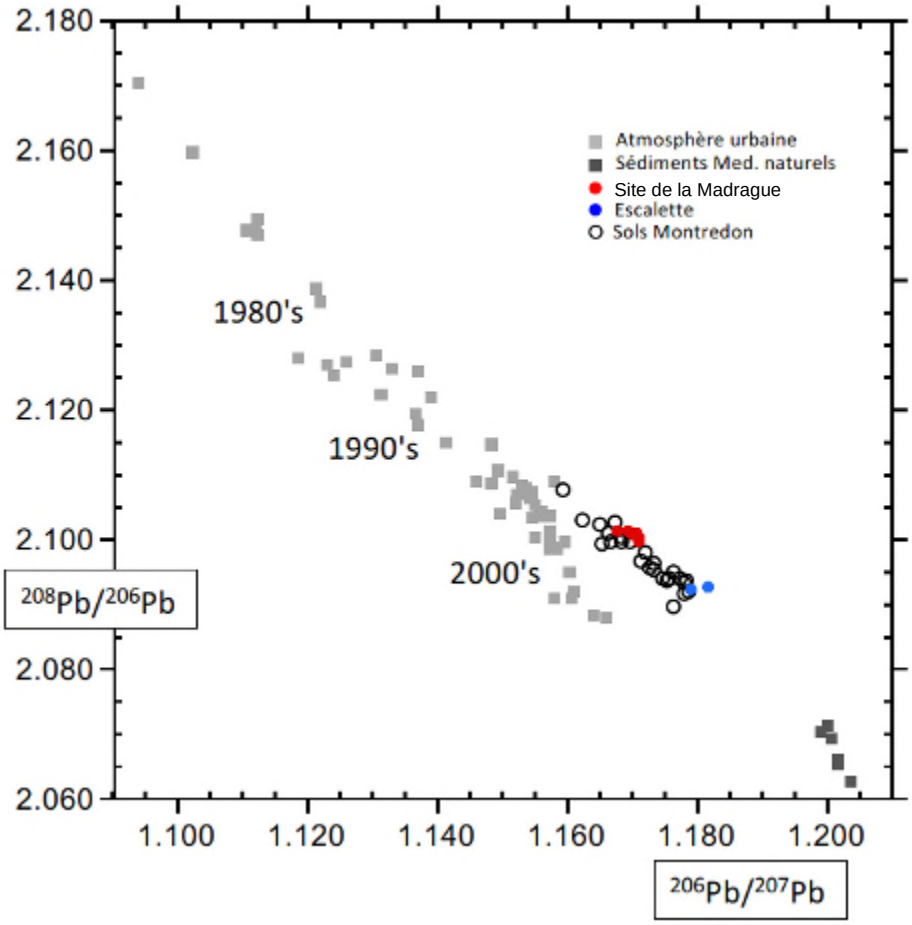


Figure 60 : Empreintes isotopiques urbaines et calanques (Site de la Madrague, Sols Montredon et Escalette)

Rappelons, comme présenté en paragraphe 9.5, que la première série d'analyse sur les sources permet de distinguer deux sources principales de plomb connues sur le site de Montredon, c'est à dire les sources du Site de la Madrague et la source de l'Escalette (pour laquelle nous disposions d'échantillons source). D'autres sources industrielles potentielles peuvent contribuer à l'impact mais on l'absence de prélèvements caractérisant des sources certaines pour ces autres industries (verrerie par exemple) il n'est pas possible de les identifier.

[34]Voir les références suivantes pour plus de détails : Monna et al., 1997 ; Véron et al., 1999 ; Widory et al., 2004 ; Widory, 2006 ; Désenfant et al., 2006 ; Petit et al., 2015. Ces articles décrivent en particulier l'évolution des concentrations en plomb et des compositions isotopiques associées dans l'atmosphère urbaine et industrielle depuis plus de trente ans.

La figure 59 suivante met en évidence que la quasi-totalité des empreintes isotopiques de sols mesurées hors site est comprise entre ces deux sources industrielles, avec l'exception notable de l'échantillon S5Z1TM1 (0-0,05) et, dans une moindre mesure, de S1Z9TM1 (0-0,05) qui semblent significativement impactés par la signature atmosphérique et/ou une autre empreinte isotopique (autres sources potentielles en plomb) non identifiée sur la zone d'étude.

Nota : l'empreinte isotopique de l'échantillon S5Z1 est significativement excentrée par rapport aux sources industrielles et n'apparait pas sur la figure 57 suivante.

Le léger décalage des autres échantillons par rapport à la droite du mélange parfait entre ces deux sources s'explique par la contribution atmosphérique qui est généralement négligeable par rapport aux apports locaux pour ces échantillons, toutefois la sensibilité de l'outil isotopique permet de distinguer ces contributions, mêmes faibles. Certains échantillons possèdent des concentrations en plomb suffisamment faibles pour que la composante « naturelle » puisse contribuer significativement aux empreintes isotopiques mesurées. Toutefois, la composante naturelle influence de façon significative les échantillons dont les concentrations sont inférieures à 150ppm. Comme détaillé dans la note du CNRS, cette contribution reste spéculative dans la mesure où nous ne possédons pas la concentration en plomb et l'empreinte isotopique associée à ce signal naturel sur les sols locaux où l'étude est réalisée. Toutefois, la nature de ces sols méditerranéens carbonatés permet d'estimer les concentrations naturelles en plomb entre 5 et 15 ppm (Teutsch et al., 2001). La composition isotopique moyenne de ces sols naturels peut être estimée à partir des mesures réalisées dans des sédiments marins méditerranéens non contaminés à $^{208}Pb/^{206}Pb$ = 2.067 et $^{206}Pb/^{207}Pb$ =1.200 (Angeledis et al., 2011).

C'est sur cette base que les empreintes isotopiques des échantillons concernés ont été corrigées de la composante naturelle; ces empreintes corrigées, présentées en figure suivante, correspondent donc au plomb en excès dans l'échantillon, d'origine anthropique.

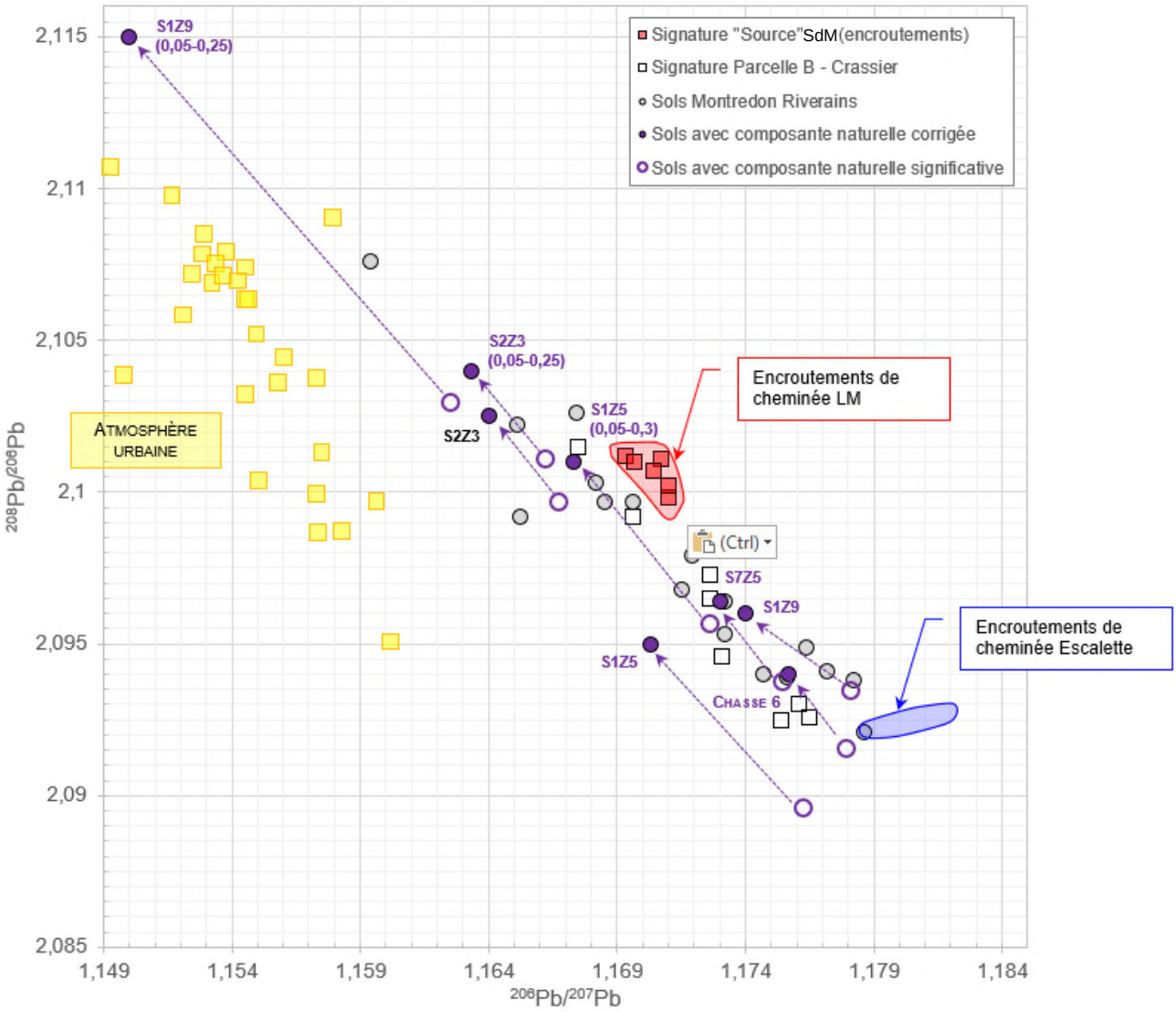


Figure 61 : Empreintes isotopiques corrigées du bruit de fond naturel

A partir de ces deux signatures isotopiques des encroutements du Site de la Madrague et de l'Escalette (supposées refléter la qualité des fumées), on peut tracer une échelle de 0 à 100% d'appartenance à l'une ou l'autre des usines de manière à calculer la contribution de chacune des sources (Site de la Madrague et Escalette) au plomb accumulé dans les différents échantillons analysés.

Remarque : l'incertitude raisonnable sur ces estimations des contributions des deux sources industrielles locales sur les sols de Montredon est de l'ordre de 5-10%, compte tenu de l'incertitude sur la contribution naturelle, de l'apport direct (ou remobilisation à partir de sols superficiels), même supposément faible, d'aérosols régionaux, et de la variabilité des empreintes sources.

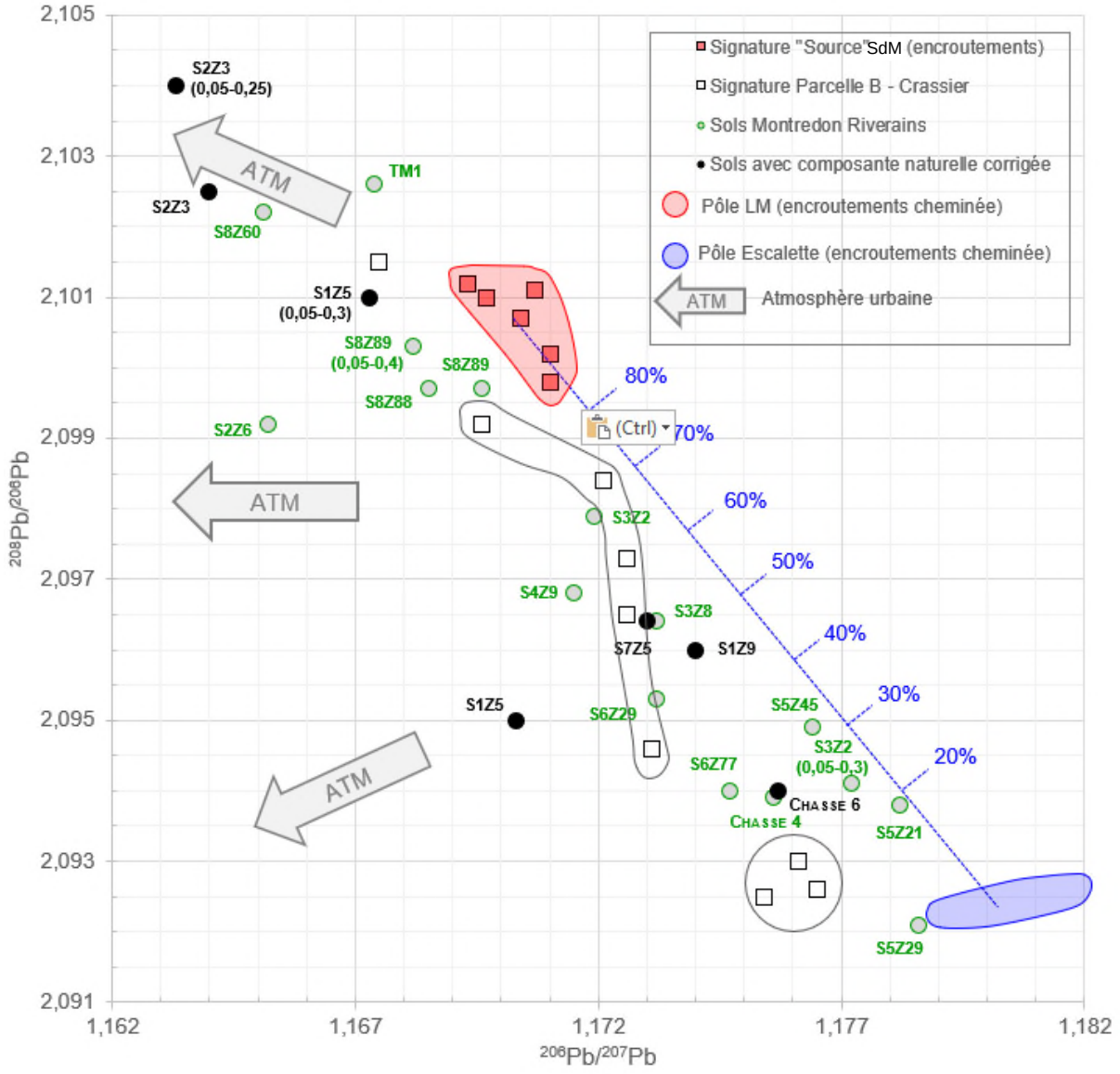


Figure 62 : Graphique des contributions isotopiques des sources du Site de la Madrague et du site de l'Escalette dans les matériaux prélevés hors site

La distribution des contributions respectives des sources industrielles locales au plomb accumulé dans les sols de Montredon, présenté dans le graphique ci-dessus, montre une large disparité. L'origine du plomb dans les sols des parcelles à l'extérieur du site est constituée :

- du plomb naturel des sols,
- du plomb automobile de faible contribution (moins de 5%)
- du plomb de retombées des rejets de la cheminée du Site de la Madrague,
- du plomb de la cheminée de l'escalette,
- du plomb d'envol de poussières issues du crassier,
- d'autres sources potentielles (verreries ou autre),
- du plomb des remblais divers mis en place sur les jardins et d'origines variées (matériaux prélevés sur les sites industriels, remblais de démolition,…).
- divers : plomb de chasse, de pêche, batteries, …

10.9.2 Méthodologie complémentaire appliquée pour l'interprétation des données

Dans le cadre de l'analyse initiale des résultats en isotopie du Pb, l'isotope ^{204}Pb n'a pas été utilisé. Suite à la demande du BRGM, nous confirmons que l'utilisation de l'isotope ^{204}Pb peut en effet contribuer à résoudre des questions sur le mélange de sources dans le cas d'études environnementales de contaminations.

En revanche, l'étude statistique comparative très exhaustive des rapports isotopiques du plomb de 78 mines mondiales montre que près de 90% des sources peuvent être correctement caractérisées sans utiliser le ^{204}Pb (Sangster et al., 2000). Les empreintes mal discernées proviennent principalement de mines sises au Canada et en Ireland, minerais qui ne concernent pas les activités du Site de la Madrague pour laquelle l'origine des minerais est principalement grecque pendant sa période d'activité entre 1875 et 1883 (Raveux, 1998). Quant à l'usine de l'Escalette, l'origine principale du plomb argentifère est certainement espagnole et italienne pendant la deuxième moitié du XIXe siècle pour se diversifier jusqu'en 1924, à l'arrêt de l'activité plomb de l'usine.

Nous avons donc, dans une démarche complémentaire analysé les contributions des divers composants du système basés sur l'utilisation de l'ensemble des isotopes (^{204}Pb, ^{206}Pb, ^{207}Pb, ^{208}Pb).

10.9.2.1 Analyse des sources

10.9.2.1.1 Estimation du Pôle « source crustale »

La teneur des concentrations en plomb de la contribution dite "naturelle" a été déterminée à partir des résultats de sédiments marins prélevés dans le Golfe du Lion (Ferrand et al., 1999) et au large de la Corse dans le Bassin des Baléares (Angeledis et al., 2011) ainsi que dans les sols de l'Étang de Berre (Austruy et al., 2016). Les compositions isotopiques du plomb dans les sédiments marins ont permis de cibler les niveaux non contaminés alors que ce sont les horizons profonds qui ont été choisi dans les sols. Ce corpus représente 41 données et une concentration en plomb de 16.9ppm. Cette valeur est proche de celle de la croûte terrestre sup. (17ppm) proposée par Wedepohl (1995). D'autres auteurs proposent des valeurs 20 à 50% plus faibles pour les sols et la croûte terrestre (Vinogradov, 1959 ; Taylor, 1964 ; Mason, 1966 ; Taylor and McLennan, 1985 ; Rudnick and Fountain, 1995). Afin de ne pas sous-estimer cette contribution nous avons choisi la valeur proposée la plus élevée. La composition isotopique de cette fraction "naturelle" a quant à elle été définie à partir des données disponibles dans les sédiments marins (Ferrand et al., 1999 ; Angeledis et al., 2011). Cette composition est comparée à celle déterminée à partir des tourbières mondiales (Kylander et al., 2010) et des deltas des rivières (Millot et al., 2004). L'ensemble de ces valeurs sont très proches et n'affectent significativement les compositions isotopiques mesurées dans les sols de Montredon qu'à partir de concentrations mesurées inférieures à 100ppm. Par ailleurs, nous avons complété notre estimation en intégrant les données de l'article Gelly et al., qui a été accepté pour publication dans "Science of the Total Environment" (thèse en cours au CEREGE) : calcul de la moyenne crustale intégrant les données sédiments, sols de Berre et les 2 échantillons de « sols non contaminés » prélevés dans les Calanques proches). Sur cette base, l'utilisation de ces moyennes pour la composante "naturelle" nous paraît raisonnable et suffisante.

En toute rigueur, nous avons estimé l'incertitude qu'engendre l'écart type de la concentration moyenne en plomb crustal (16.95±4.75 ppm) sur les contributions anthropiques (ATM, ESC, SdM) calculées à partir des compositions isotopiques corrigées de la contribution crustale. Pour ce faire nous avons considéré des échantillons avec des concentrations en plomb variant de 100 à 400 ppm pour lesquelles nous avons fait varier les contributions crustales entre (16.95-4.75) ppm et (16.95+4.75) ppm ce qui a eu pour effet de faire varier les compositions isotopiques corrigées utilisées pour le calcul final des contributions anthropiques. Nous avons ainsi déterminé une incertitude supplémentaire pour ces contributions anthropiques de 10% à 100 ppm, 5% à 200 ppm et moins de 5% à 400 ppm.

10.9.2.1.2 Empreinte de la contribution atmosphérique

L'empreinte de la contribution atmosphérique de plomb a été calculée de façon plus précise et plus représentative avec les rapports $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{207}Pb/^{204}Pb$ en considérant les compositions isotopiques dans l'atmosphère Française compilées à partir d'émissions spécifiques (bus, essence, industrie, incinération déchets et aérosols urbains) pour les décades 1980, 1990 et 2000 (Monna et al., 1995, 1997; Roy, 1996; Véron et al., 1999; Carignan et al., 2005; Cloquet et al., 2006a,b; et références incluses dans ces articles). Ce travail de compilation nous a permis de déterminer 3 pôles atmosphériques A_1, A_2, A_3 qui correspondent à l'empreinte moyenne de chacune de ces décades (avec leur sphère de variation). Nous avons ensuite appliqué à chaque pôle une contribution relative en masse déterminée à partir de la reconstruction des concentrations en plomb dans l'atmosphère urbaine de villes Françaises depuis les années 1980 (Petit et al., 2015). Nous avons ainsi pu déterminer une empreinte isotopique pondérée de l'ensemble de ces apports, empreinte qui est maintenant utilisée pour le calcul de la contribution relative

des apports atmosphériques au plomb accumulé dans les sols de Montredon (voir calcul en annexe). Afin d'affiner nos calculs nous avons utilisé les rapports $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ (avec des résultats très similaires), ce dernier étant plus discriminant sur l'ensemble des sources anthropiques que le rapport $^{207}Pb/^{204}Pb$.

10.9.2.1.3 Pôles Sources du site de l'Escalette et du Site de la Madrague

Les Sources Escalette et site de la Madrague ont été estimées sur la base de prélèvements d'encroutements de cheminées sur les deux sites qui ont pu faire l'objet de caractérisation dans le cadre de :

- La présente étude : 10 prélèvements sur le site de la Madrague (présente étude IEM)
- L'article Gelly et al, sous presse : 2 prélèvements sur le site de l'Escalette.

Ces données détaillées permettent de valider les pôles sources ainsi que les incertitudes retenues.

10.9.2.2 Méthodologie de détermination des Contributions en signature

Par soucis d'exhaustivité, les calculs des contributions de plomb à partir des diverses sources identifiées sont basés uniquement sur le plomb et ses isotopes stables.

L'approche multi-système retenue est une approche calculatoire qui a consisté :

- Dans un premier temps, au calcul du caractère discriminant entre sources des divers rapports isotopiques afin de valider la pertinence de retenir chaque système. Cette analyse a permis de mettre en évidence que les rapports les plus discriminants sont (dans l'ordre décroissant) : $^{206}Pb/^{204}Pb$ (avec des variations sources de 6-7% entre LM-ESC et ATM, et de 0.7% entre ESC et LM), $^{206}Pb/^{207}Pb$ (avec des variations sources de 5-6% entre LM-ESC et ATM, et de 0.8% entre ESC et LM) et $^{208}Pb/^{206}Pb$ (avec des variations sources de 2% entre LM-ESC et ATM, et de 0.4% entre ESC et LM). Le système $^{207}Pb/^{204}Pb$ est peu discriminant (avec des variations sources de 0.8-0.9% entre LM-ESC et ATM, et de 0.1% entre ESC et LM), et n'est donc pas retenu dans ce cadre pour l'interprétation des données des sols du quartier de Montredon.

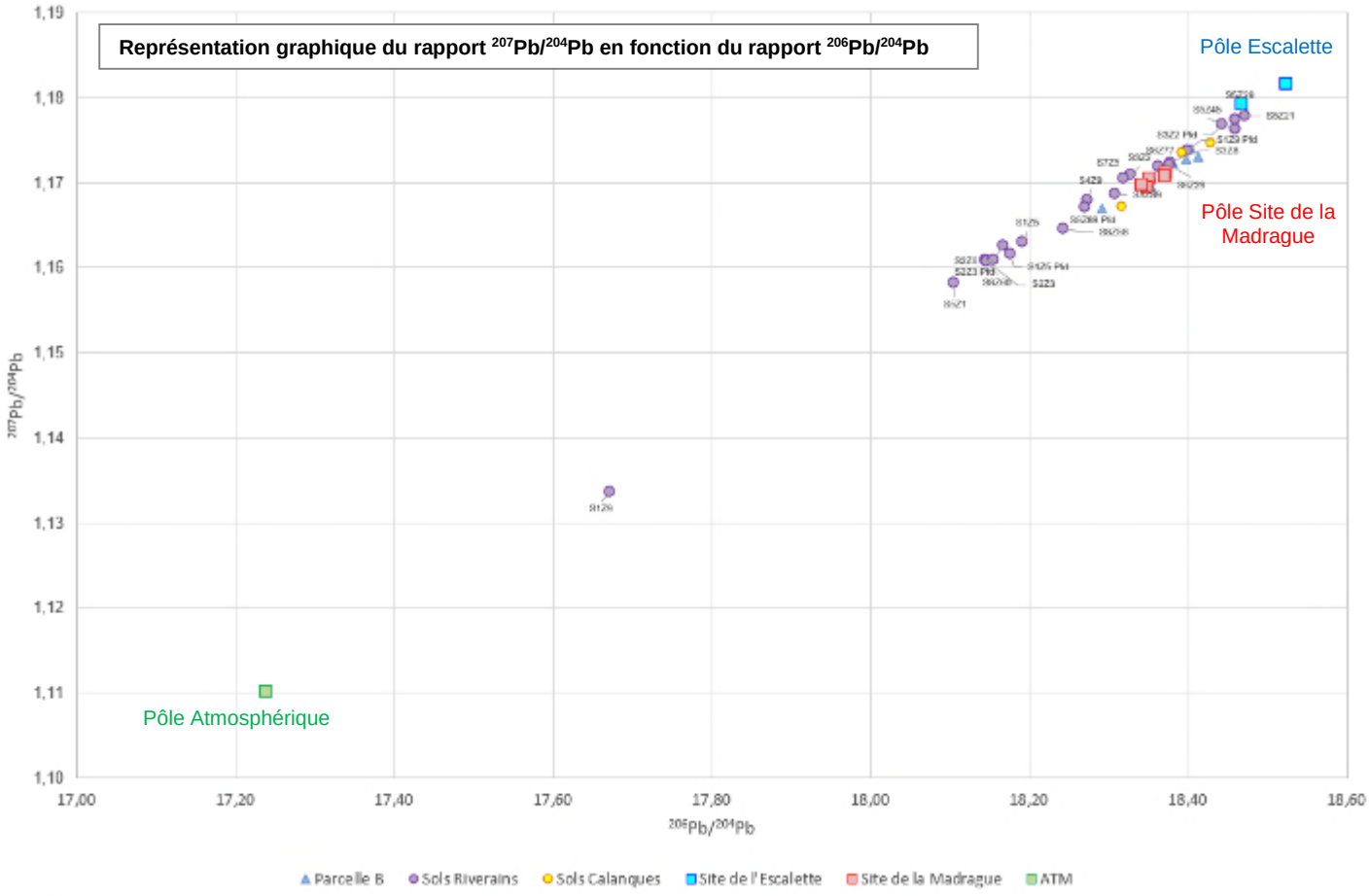
- Dans un second temps, en la correction des compositions isotopiques vis-à-vis de la contribution crustale C ($^{206}Pb/^{204}Pb$ =18.851, $^{206}Pb/^{207}Pb$ =1.2018 $^{208}Pb/^{206}Pb$ =2.0583 avec Pb = 16.95ppm).

- Dans un troisième temps, au calcul des contributions relatives des diverses sources anthropiques du plomb en excès, corrigé de la fraction crustale, qui est réalisé par la méthode du Pivot de Gauss[35] avec la combinaison des trois rapports isotopiques retenus. La contribution relative de chaque source est assimilée aux coordonnées barycentriques normalisées de chaque point dans un ou plusieurs systèmes isotopiques définis par la combinaison de ces rapports. Ce calcul n'est pas valide lorsqu'au moins un résultat des calculs est négatif et/ou supérieur à l'unité pour un échantillon donné (ce qui signifie que les points sont positionnés en dehors de la zone de mélange définie par les 3 sources). Le système isotopique concerné est alors écarté du calcul des contributions. Dans le cas où plusieurs systèmes permettent de calculer des contributions jugées valides (selon le calcul de barycentre), la moyenne des contributions calculées par les systèmes est retenue pour déterminer la contribution de chaque source. Dans ces conditions, l'incertitude sur chaque contribution anthropique est définie par l'écart-type calculé sur l'ensemble des systèmes isotopiques considérés pour chaque échantillon. Si un seul système isotopique est valide pour un point de prélèvement donné, un écart type de 20% est considéré, écart type moyen calculé à partir de l'ensemble des écarts types déterminés lorsque 3 systèmes isotopiques sont valables. Dans le cas où tous les systèmes isotopiques sont jugés non valides, selon la méthodologie de calcul barycentrique, aucune contribution n'est retenue pour le point concerné.

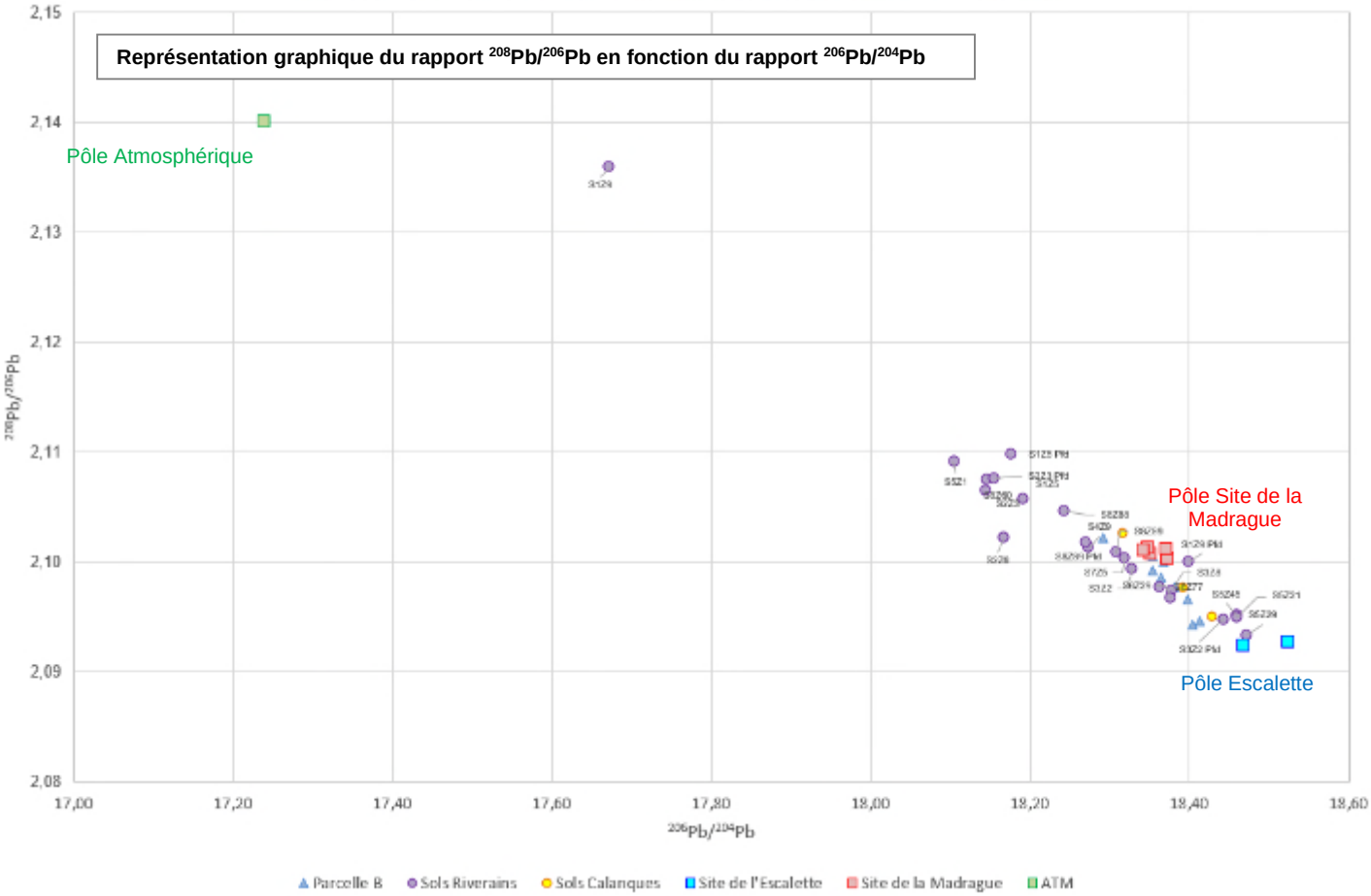
  Cette méthode mathématique permet la détermination, pour chaque échantillon, des contributions respectives de chaque source, ce qui ne peut être facilement déterminé par la simple lecture graphique des diagrammes ternaires (mélange à 3 pôles « Site de la Madrague », « Escalette » et « Atmosphère ») présentés en figures pages suivantes. En effet, au niveau des diagrammes ternaires isotopiques, les différentes sources ont tendance à s'aligner, du fait des faibles variations mises en jeu et de la signature isotopique fortement marquée du pôle atmosphérique, par rapport aux sources « Escalette » et « Site de la Madrague ». Ceci empêche une lecture intuitive des graphiques, qui pourrait conduire à de fausses interprétations. La détermination des différentes contributions pour chaque échantillon ne peut, en toute rigueur, s'appuyer que sur une résolution mathématique rigoureuse. Enfin, en complément de cette résolution mathématique les incertitudes sur les contributions ont été estimées et intégrées dans le cadre de l'interprétation des données.

[35] L'ensemble des calculs a été réalisé par le CNRS au moyen de la macro en ligne : https://calculis.net/systeme-equation-3-inconnues

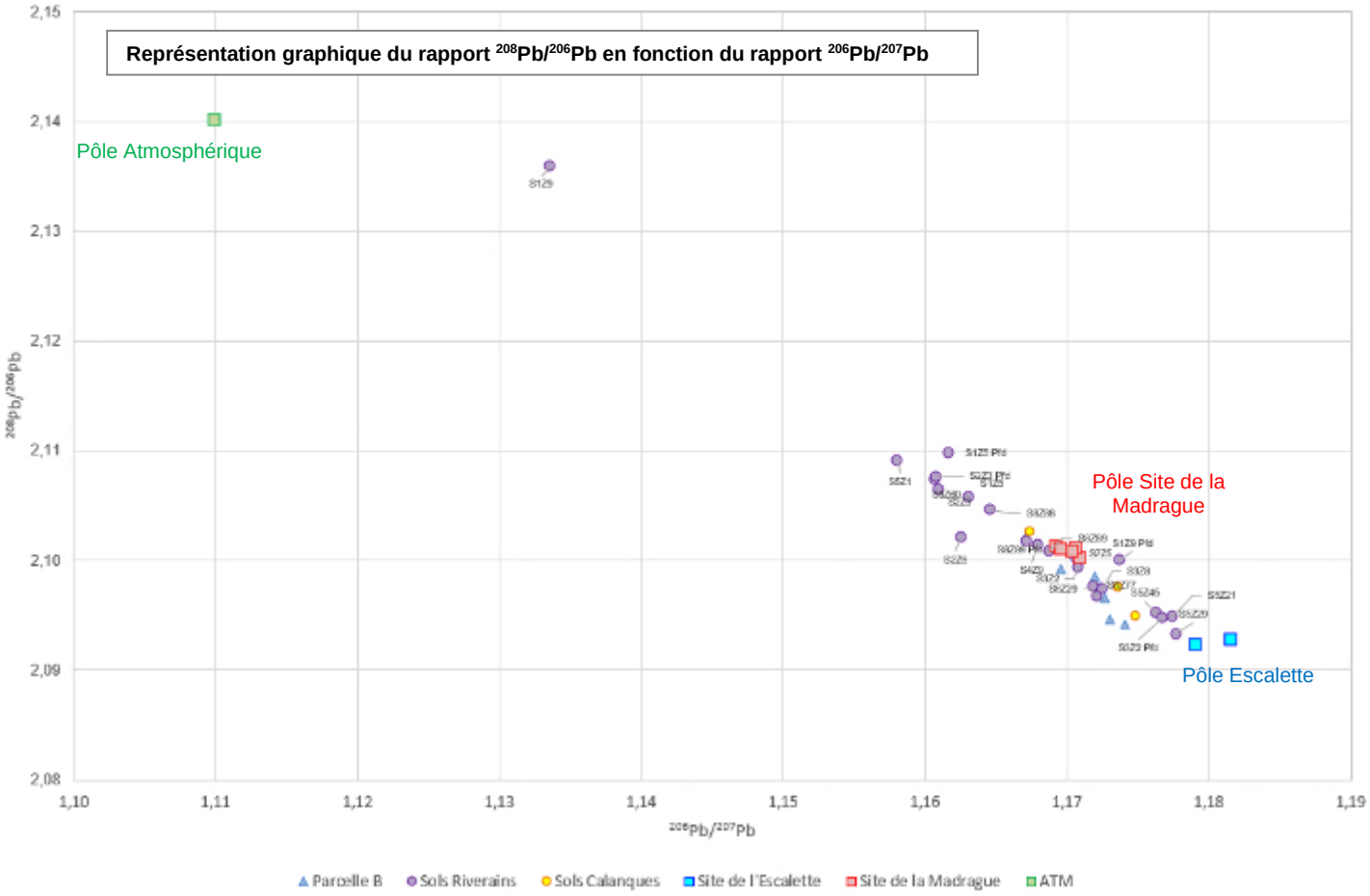
Représentation graphique du rapport $^{207}Pb/^{204}Pb$ en fonction du rapport $^{206}Pb/^{204}Pb$



Représentation graphique du rapport $^{208}Pb/^{206}Pb$ en fonction du rapport $^{206}Pb/^{204}Pb$



Représentation graphique du rapport $^{208}Pb/^{206}Pb$ en fonction du rapport $^{206}Pb/^{207}Pb$



10.9.2.3 Résultats des contributions déterminées par le CNRS et Interprétation des résultats

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau de synthèse reporté en Annexe.

L'analyse des calculs de contributions a été réalisée en tenant compte des incertitudes calculées à retenir sur chaque point. Sur cette base, on peut classer les échantillons selon 3 contributions génériques :

- Prédominance de contribution Escalette
- Prédominance de contribution Site de la Madrague
- Contribution de mélange Escalette / Site de la Madrague

Cette démarche ramène de nombreuses contributions, a priori prépondérantes d'une des deux sources industrielles, à une contribution dite « de mélange » comme le met en évidence le tableau de synthèse suivant (qui ne reprend que les contributions prépondérantes en intégrant les incertitudes). La composante atmosphérique n'est pas présentée dans ce tableau.

Tableau 23 – Contributions relatives en plomb dans les sols de la Madrague de Montredon.

Nom de l'éch.	Contribution Site de la Madrague	Contribution Escalette	Systèmes isotopiques
Contribution prépondérante Site de la Madrague			
TM1 (0-0,05)	93 (±18)	2 (±0.5)	$^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S6Z29TM1 (0-0,05)	67 (±13)	31 (±6)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$
S8Z88TM1 (0-0,05)	76 (±13)	12 (±7)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
Contribution prépondérante Site l'Escalette			
S5Z29TM1 (0-0,05)	0	98 (±19)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S4Z9TM1 (0-0,05)	19 (±16)	66 (±18)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$ $^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S8Z89TM1 (0,05-0,4)	23 (±5)	61 (±4)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$ $^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S3Z2TM1 (0-0,05)	20 (±11)	69 (±8)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$ $^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S3Z2TM1 (0,05-0,3)	21 (±8)	77 (±8)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$

Une contribution marquée du **Site de la Madrague** est bien retrouvée au niveau des points suivants :

- Le **Secteur 6 dans la zone 29** :
    - En cohérence avec les conclusions de l'approche statistique sur les paragénèses métalliques ainsi qu'avec le positionnement géographique de la parcelle vis-à-vis des sources historiques d'émission (et particulièrement la cheminée haute du site de la Madrague)
    - Notons que la seconde parcelle sur le secteur 6 qui a fait l'objet d'analyses isotopiques (zone 77) est affiliée à une contribution de mélange, en cohérence avec son groupe statistique et sa position géographique (plus éloigné de la cheminée haute, en direction du Nord).
- Au **TM1**, en pied de cheminée haute du site de la Madrague (TM1) :
    - Pour rappel le Groupe statistique d'appartenance de cet échantillon est affilié à la signature du Site de l'Escalette sur la base de l'analyse des sols sur les 19 ETM.
    - Ces résultats semblent mettre en évidence que les natures intrinsèques des mâchefers au TM1 ont une signature proche de la signature assimilée Escalette, en revanche le traçage de source par retombées de poussières par le Plomb et ses isotopes signe une contribution franche en provenance de la cheminée du Site de la Madrague.
    - Ce point particulier illustre bien la difficulté de traçage de source, en lien avec la nature intrinsèque des sols prélevés, dès lors qu'il s'agit de remblais et particulièrement de remblais issus d'activité métalliques

- Les sols de surface de la **parcelle S8Z88** :
    - Ce qui n'est pas en cohérence avec les résultats de l'approche statistique sur les paragénèses métalliques, ni avec la localisation de la parcelle vis-à-vis des sources d'émissions historique du Plomb.
    - Ce point est également à mettre en lien avec la nature intrinsèque des sols sur le prélèvement S8Z88 (remblais avec traces de charbon dans les sols).

Une contribution prépondérante du **Site de l'Escalette** est bien retrouvée au niveau :

- Le **secteur 5 dans la zone 29** :
    - Pour rappel le Groupe statistique d'appartenance de cet échantillon est affilié à la signature du Groupe 2 sur la base de l'analyse des sols sur les 19 ETM.
    - Ces résultats semblent mettre en évidence que la nature intrinsèque des remblais sur la zone a une signature proche de la signature de remblais hétérogènes (61% des sols de surface de riverains) et d'un bruit de fond industriel (signature de mélange d'activités anthropiques historiques locales),
    - Le traçage de source par retombées de poussières par le Plomb et ses isotopes, signe une contribution franche en provenance du site de l'Escalette.
    - Ce point particulier confirme la difficulté de traçage de source, en lien avec la nature intrinsèque des sols prélevés dès lors qu'il s'agit de remblais. Cette contribution est en cohérence avec la proximité du secteur 5 à la source Escalette.
- Le **secteur 3 sur la zone 2 en surface comme en profondeur** :
    - De la même manière, le Groupe statistique d'appartenance de ces échantillons est affilié à la signature du Groupe 2.
    - Le traçage de source par retombées de poussières par le Plomb et ses isotopes, signe une contribution marquée en provenance du site de l'Escalette, dans un secteur localisé dans le prolongement Nord-Est du Secteur 5.
- Le **secteur 4 sur la zone 9** et le **secteur 8 sur la zone 89** (sols profonds uniquement) :
    - Qui sont affiliés au Groupe 2, ce qui n'est pas en cohérence avec la localisation des parcelles vis-à-vis des sources d'émissions historique du Plomb.
    - Ce point est également à mettre en lien avec la nature intrinsèque des sols au niveau du prélèvement S8Z89.

Des signatures de mélange sont calculées pour l'ensemble des autres prélèvements de sols (secteurs S1, S2, S3, S6 Nord, S7 et, S8 pour partie), à l'exception des prélèvements de sols de surface « Chasse 4 », « S1Z9 », « S5Z21 » et « S5Z45 » pour lesquels les contributions ne sont pas déterminées, selon la méthodologie du Pivot de Gauss développée, qui permet de tenir compte de l'ensemble des isotopes du Pb.

Remarque : dans le cadre de la présente étude, plusieurs méthodes d'interprétation des données isotopiques ont été développées, avec le jeu de données sur les sols de Montredon et les contributions marquées sont retrouvées. Notons particulièrement que, quelques soit la méthodologie d'interprétation des données isotopiques, lorsque la contribution peut être déterminée, le secteur S5 présente systématiquement une contribution majoritairement Escalette et le secteur S6, au Sud, une contribution du site de la Madrague, en cohérence avec les résultats des traitements statistiques sur les paragénèses métalliques (19ETM) et leur positionnement géographique respectif vis-à-vis des sources d'émission des deux sites industriels historiques.

Afin de vérifier la cohérence des contributions calculées, des représentations des différents rapports isotopiques retenues en fonction de 1/Pb ont été réalisées. Ces représentations tiennent compte d'un pôle Atmosphérique et des données de teneurs en Pb relatives aux encroutements de l'Escalette produites dans le cadre de l'Article de Gelly et al., 2018.

Les figures 1 à 3 en annexe A6.6 mettent en évidence que les prélèvements se répartissement dans un espace limité par les sources retenues, ce qui semble confirmer que ces dernières permettent d'expliquer les signatures. Ce point n'exclut pas les possibilités d'autre sources anthropiques qui permettraient d'affiner le traçage (comme l'ancienne verrerie par exemple)
Remarque : Les contributions atmosphériques calculées sur la base de la méthodologie du Pivot de Gauss sur les systèmes retenus ont également été analysées. En dehors des échantillons concentrés ([Pb]> 10000 ppm), il apparait que la teneur en Pb dans les sols, en tenant uniquement compte des contributions atmosphériques et de la

signature crustale, est comprise entre 20 et 176 ppm chez les riverains (bornes Minimales et Maximales) et entre 90 et 100 ppm sur la base du 90ème percentile. Il est intéressant de noter que ces gammes sont en cohérence avec l'ELT calculé dans le cadre de la présente étude.

10.9.3 Synthèse des travaux conduits par le CNRS dans le cadre de la présente IEM

La distribution des empreintes isotopiques déterminées par les deux méthodologies d'interprétation développées par le CNRS montre ainsi une large disparité, qui s'explique en partie par la localisation géographique des prélèvements par rapport aux 2 sources que représentent les sites de la Madrague et de l'Escalette. L'influence de la localisation géographique (signatures isotopiques plus marquées à proximité des cheminées) indique vraisemblablement une origine du plomb liée aux envols à partir des cheminées lorsqu'elles étaient en fonctionnement.

En revanche la cohérence géographique est perturbée soit par l'hétérogénéité des sols à l'échelle des parcelles de riverains qui en outre sont de nature variée (remblais) et remaniée soit par l'existence d'autres sources qui s'apprécient dans le tableau comme un mélange des 2 pôles soit encore par les 2 phénomènes combinés.

Cette disparité est présentée sous forme cartographique au niveau de la figure page suivante :

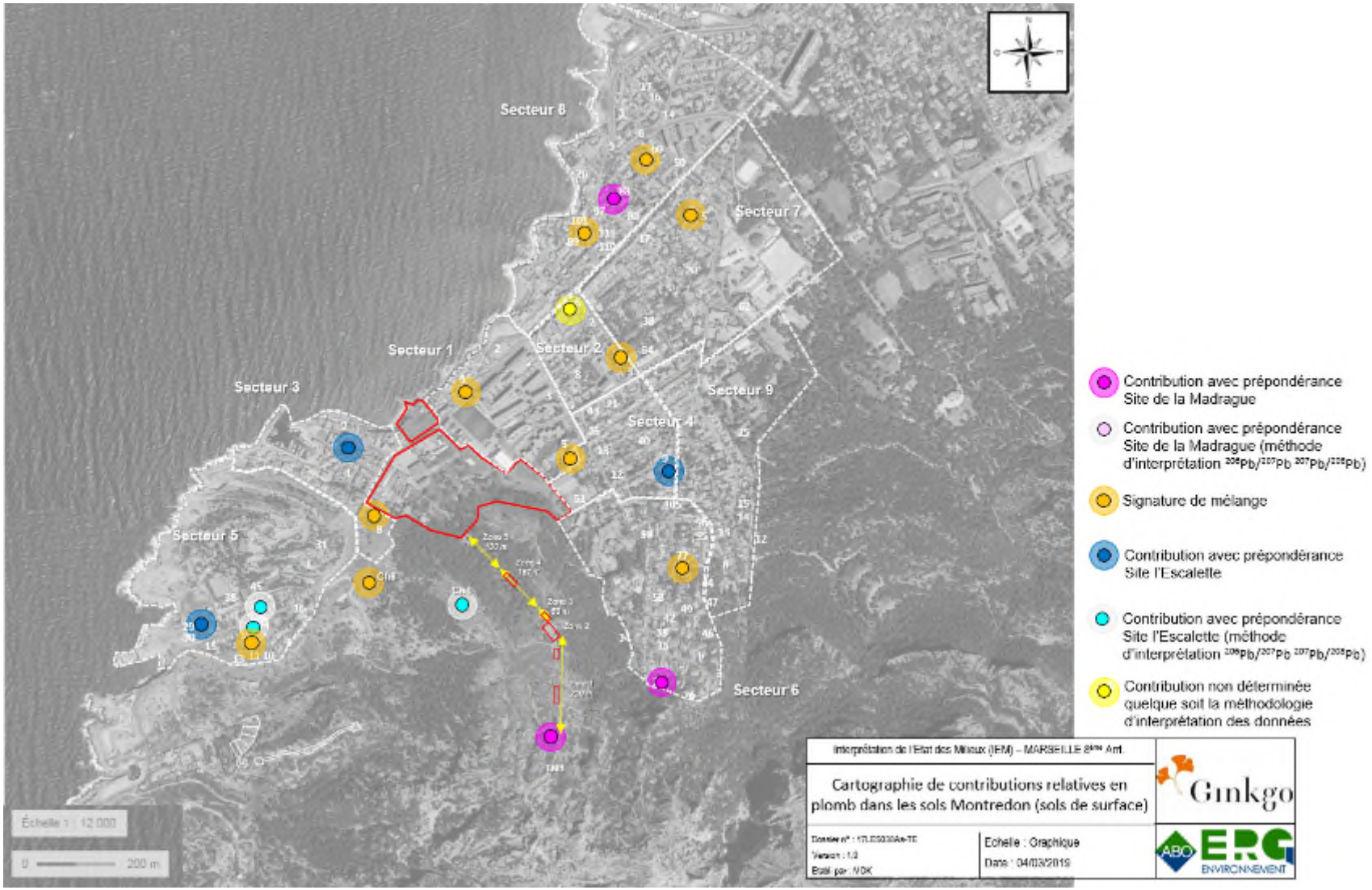


Figure 63 : Représentation cartographique des empreintes isotopiques des sources du Site de la Madrague et du Site de l'Escalette dans les sols de surface prélevés hors site

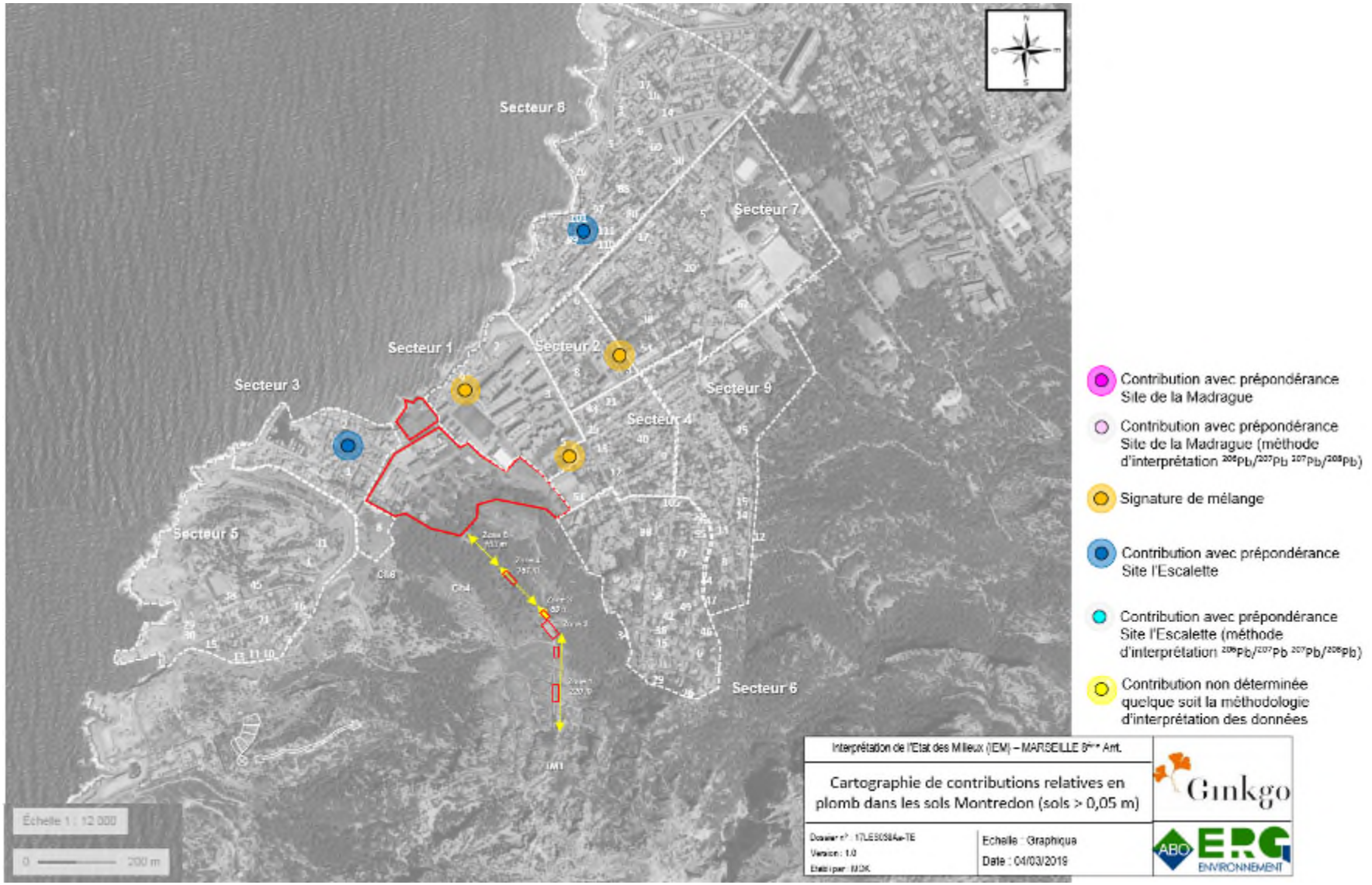


Figure 64 : Représentation cartographique des empreintes isotopiques des sources du Site de la Madrague et du site de l'Escalette dans les sols profonds (>0,05m) prélevés hors site

Par ailleurs, l'utilisation de matériaux pollués issus des usines présentes historiquement dans le secteur du Mont Rose, en tant que remblais (routes, chemins, plate-forme, …) dans de nombreuses zones et également au droit de divers sites (notamment sous des maisons des Goudes) a été constatée par l'ADEME dans le cadre des études et travaux réalisés conformément aux prescriptions de l'arrêté préfectoral du 15 mars 2012 sur le secteur situé entre Samena et Callelongue.

Ainsi, en fonction de l'origine du plomb retrouvé chez les riverains (notamment apport par la cheminée LM et/ou apport par la cheminée Escalette ou d'autres industries et/ou présence liée à des remblais ayant une origine Escalette (que l'on retrouve en surface du crassier) et/ou présence liée à des remblais ayant une origine LM (que l'on retrouve plus en profondeur dans le crassier) ou d'autres remblais), il n'est pas étonnant d'obtenir une large disparité de la contribution LM dans les signatures isotopiques observées chez les riverains.

Le plomb mesuré en excès du bruit de fond local sur les parcelles alentours dans le périmètre d'étude ne peut ainsi être attribué exclusivement aux activités du Site de la Madrague.

Si certains prélèvements soumis à l'analyse isotopique présentent une origine très fortement marquée « Site de la Madrague » (uniquement dans le secteur très proche de la cheminée verticale hors emprise des limites de la propriété actuelle du site qui fait l'objet de l'arrêté préfectoral) d'autres prélèvements montrent un profil majoritairement Escalette, c'est le cas notamment des prélèvements au Mont Rose.

Enfin, la plupart des prélèvements montrent des profils mixtes témoignant soit :
- De contaminations croisées
- D'une origine de source dans laquelle se trouvait en mélange les 2 signatures (remblais transférés),
- D'une signature supplémentaire (autre(s) ancienne(s) activité(s) industrielle(s)).
- De combinaisons de ces différentes origines/sources

10.9.4 Divergence d'interprétation des analyses isotopiques

Nous soulignons que les experts des deux organismes BRGM et CNRS ne sont pas parvenu à un consensus dans l'interprétation des données isotopiques présentées en paragraphes 10.9.1 et 10.9.2..

Les experts BRGM tirent les conclusions suivantes de l'analyse des données et du travail du CNRS :
- « Le Pb présent dans les échantillons S5Z29, S5Z45, S5Z21 et S3Z2-prof provient très majoritairement du site de l'Escalette. »
- « Pour l'ensemble des autres échantillons, les teneurs en Pb résultent d'un mélange et il est impossible de conclure compte tenu de la position relative des différents pôles s'il s'agit de mélanges LM-ATM-Crustal ou LM-ESC-Crustal ou ESC-ATM-Crustal. »
- « Compte tenu de cette position des pôles, le BRGM estime qu'il est inutile de mener plus en avant des calculs de contributions »

Il est à noter que concernant le premier point, les experts concordent dans leurs analyses, les échantillons S5Z29, S5Z45, S5Z21 et S3Z2-prof ayant été majoritairement attribués au site Escalette également par le CNRS (paragraphe de synthèse 1.9.3).

L'outil isotopique relevant de la recherche fondamentale et au regard des divergences des experts, les deux approches et interprétations sont présentées et seront intégrées dans le chapitre 17 d'Interprétation de l'Etat des Milieux.

10.10 Conclusions concernant les analyses des sols hors site

10.10.1 Synthèses des résultats obtenus

Des échantillons de sol ont été prélevés sur un secteur d'influence de 1 km autour du site de la Madrague à l'étude (plateforme industrielle et exutoire de la cheminée rampante), avec un plan d'échantillonnage de type aléatoire stratifié comprenant des prélèvements d'échantillons répartis au droit de 9 secteurs définis autour du site. L'échantillonnage ainsi réalisé apparait statistiquement représentatif. Les analyses ont porté sur les métaux et les métalloïdes en l'absence de tous traceur organiques identifiés dans les précédentes études.

Les analyses réalisées sur les échantillons prélevés ont permis de mesurer un mélange de métaux et de métalloïdes dans les sols hors site.

Selon l'analyse effectué à partir de 8 éléments métalliques de référence, 30 à 100% des analyses ont révélé des teneurs inférieures au bruit de fond local selon le métal concerné.

Les observations de terrains, les screening (« paragénèse ») et les études isotopiques (réalisées pour le plomb) montrent en effet que l'origine des impacts dans les sols au droit des parcelles aux alentours du site de la Madrague apparait en partie liée :

- Aux retombées des rejets de la cheminée haute du Site de la Madrague,
- Aux retombées des rejets de la cheminée de l'Escalette,
- À la présence de remblais issus des nombreux sites industriels qui étaient historiquement présents dans le secteur (dont le site de la Madrague étudié et le site Escalette localisé à proximité),
- À d'autres sources potentielles (verrerie historiquement présente à côté du site, bruit de fond urbain (émissions d'autres usines à proximité, de plomb lié à la circulation automobile lors de l'utilisation historique des carburants plombés, ou autre)).

La majorité des fortes anomalies (supérieures au seuil d'alerte) mises en évidence chez les riverains correspondent à des impacts superficiels et sur des zones circonscrites de faibles surfaces. Ces zones sont en lien avec plusieurs phénomènes ou pratiques (utilisation de remblais issus d'usines dans les jardins, usage potentiel de produits phytosanitaires, vidange potentielle de batterie dans les jardins (présence de teneurs ponctuellement remarquables en mercure), etc.).

Les analyses réalisées montrent que la source cheminée verticale a impacté les sols dans un rayon restreint autour de l'axe de la cheminée, avec une répartition géographique des zones anomaliques dans les sols, influencée par les vents et la topographie dans la zone des calanques (hors emprise du site).

Les analyses chimiques sur les 8ETM (particulièrement sur les transects), les analyses isotopiques et les paragénèses permettent d'évaluer les impacts en fonction des secteurs géographiques :

- <u>À proximité de la cheminée haute, secteurs « chasse » et « transect calanque »</u>, présentant un impact prédominant par les retombées de poussières de la cheminée du Site de la Madrague, décroissant rapidement (200 m) en s'éloignant de celle-ci au profit de l'influence de l'Escalette,
- <u>Secteurs riverains 1, 3 et 6</u> positionnés à proximité soit de la cheminée rampante, soit de part et d'autre de l'usine et du crassier, dont la qualité de sols de surface est impactée, à égale contribution, par les retombées de poussières en provenance des deux usines Site de la Madrague et Escalette.
- <u>Le secteur 5</u>, le plus proche de l'Escalette, présentant un impact majoritairement lié à l'Escalette (interprétation des données isotopiques concordantes sur ce point pour les experts CNRS et BRGM).
- Les secteurs 3, 5 et 6 présentent également un impact par les pratiques de remblaiement avec des remblais industriels en provenance des deux usines (c'est le cas particulièrement de S5Z45).
- <u>Les secteurs 2 et 4</u>, plus éloignés au Nord-Est, ne montrant pas d'impact par les activités du Site de la Madrague, mais localisé dans le rayon d'influence de l'Escalette,
- <u>Les secteurs 7, 8, 9</u> les plus éloignés au Nord-Est, ne montrant pas d'impact par les activités du Site de la Madrague mais présentant une forte proportion de remblaiement par des matériaux de type démolition ou contenant des fragments de charbon.

Nota en effet la contribution majoritairement du Site de la Madrague traduit par les analyses isotopiques sur les sols de surface des zones Z88 et Z89 du secteur 8 est jugée faussée : la présence de charbon dans les sols sur cette zone, l'enregistrement d'une teneur en plomb notablement supérieure dans les sols sous-jacents (jusqu'à 0.4 m) par rapport aux sols de surface sur Z88 et Z89, ainsi que l'absence d'anomalie en As et de cohérence spatiale des concentrations sur ce secteur, tendent à montrer l'absence de lien avec le Site de la Madrague, en termes de retombées atmosphériques. Il parait plus probable donc que ces anomalies en ETM soient liées à des pratiques de remblaiement historiques, hors site, par des tiers (à l'époque de l'aménagement du secteur par exemple) au moyen de matériaux de remblais, issus des activités de production d'acide sulfurique à partir de pyrites (pratiquées sur le site) ou d'autres matériaux anthropiques.

Rappelons que la partie haute des carnaux de l'usine du Site de la Madrague (secteur non compris dans l'emprise foncière du domaine SFPT) présente une portion démolie, rendant accessible au vent les dépôts fortement contaminées déposées sur les parois de la cheminée au cours de l'activité industrielle passée. Ce secteur peut ainsi être considéré comme une source encore active pour l'envol des poussières, qui peut / a pu contribuer à la qualité des sols environnant dans la mesure où cette source se signale particulièrement dans l'analyse des paragénèses.

Il n'a pas été mis en évidence de pollution particulière des sols sous les vents dominants en aval du crassier. Les retombées des éventuels envols de poussières issues du crassier apparaissent ainsi avoir un impact nul ou tout du moins négligeable par rapport aux impacts historiques ou aux remblais.
Ce point est confirmé par les résultats de l'étude menée par Air PACA, présentée au paragraphe 13.

Ainsi, tous les impacts mesurés au-dessus du bruit de fond en métaux traceurs d'une origine industrielle sur les parcelles aux alentours du Site de la Madrague ne peuvent être attribués exclusivement aux activités du Site de la Madrague, à l'exception d'un périmètre proche de la cheminée verticale, ainsi que les sols au voisinage immédiat (bande de 100 m de part et d'autre) de la cheminée rampante et des carneaux haut (propriété Margnat).

Le tableau suivant synthétise les principaux constats issus des analyses de sol et les conclusions sur l'influence du site sur les sols superficiels environnants.

Enfin, d'un point de vue sanitaire, les analyses de bioaccessibilité réalisées pour l'arsenic, le cadmium et le cuivre montrent qu'une partie seulement des teneurs totales mesurées pour ces éléments peut se retrouver dans le tractus gastro-intestinal, avant de rejoindre la circulation systémique.

La bioaccessibilité varie de 20 à 85 % de la teneur totale selon les métaux testés. Ce sont donc les teneurs ajustées avec les bioaccessibilités (présentées en paragraphe 10.2), qui ont été utilisées pour la réalisation des calculs de risques sanitaires, qui s'avèrent de ce fait, plus réalistes et propres au site étudié (exposition aux contaminants contenus dans les sols affinée).

SECTEUR	LOCALISATION	COMMENTAIRE LOCALISATION	NBRE PLVT	% PLVT AVEC ANOMALIES EN Pb ET/OU As	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse		Commentaire	Conclusion
									As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Siganture SdM	Siganture Mélange	Siganture Esc				
TM	Calanques	pied de l'exutoire de la cheminée	3	100%	TM1	TM1	3	REMBLAIS MACHEFERS	**1 070,0**	59,8	**24 300,0**	42,9	2 290,0	35,4	1,7	✓			TM1	**Groupe 1**	Résultat cohérent avec la position du plvt en pied de cheminée (valide la démarche d'identification de source par isotopie et paragénèse)	signature Site de la Madrague
					TM2	TM2	1	REMBLAIS CHARBON	**142,0**	6,1	**2 370,0**	24,6	216,0	34,7	0,1	non recherché						
					TM3	TM3	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**507,0**	12,4	**11 700,0**	63,4	809,0	12,4	0,2	non recherché						
Chasse	Calanques	proximité Ouest de la cheminée rampante dans le rayon d'influence de dispersion par le vent de LM et l'Escalette	10	90%	Chasse 1 à Chasse 5 Chasse 1bis et Chasse 5bis et Zsc7 et Zsc8	Chasse 1bis	0	TN sur formation Calcaires	**86,4**	2,4	**1 300,0**	34,5	242,0	24,5	0,2	non recherché			Chasse 1bis	**Groupe 4**	Ces plvt montrent un impact mixte sur le secteur chasse des Calanques, cohérent avec la période d'activité plus longue de l'Escalette. Le plvt chasse 6 [prélevé dans le secteur d'influence des 2 sites à distance environ équivalente des cheminées principales des 2 sites et entre la limite des calanques et l'entrée de la zone résidentielle] laisse supposer un impact plus important de l'Escalette sur le secteur des riverains n°5	Zone d'influence mixte par retomée atmosphérique Site de la Madrague et Escalette (l'influence Site de la Madrague diminuant rapidement en s'éloignant de la cheminée)
						Chasse 5bis			**126,0**	2,2	**737,0**	33,7	197,0	26,3	0,2	non recherché			Chasse 5bis	**Groupe 4**		
						Chasse 4			**58,8**	1,0	**635,0**	31,8	184,0	27,0	0,1			✓(*)	Chasse 4	**Groupe 3**		
						Chasse 6			9,9	0,4	105,0	17,0	126,0	11,0	0,1		✓		Chasse 6	**Groupe 3**		
						Zsc7	2	REMBLAIS DEMOLITION	**38,7**	1,2	**566,0**	30,7	267,0	14,3	0,2	non recherché			Zsc7	**Groupe 4**		
						Zsc8	0	TN sur formation Calcaires	**53,1**	1,3	**763,0**	26,3	233,0	16,5	0,2	non recherché			Zsc8	**Groupe 4**		
Transects calanques	Calanques	Dans un rayon de ≈ 400 m de l'exutoire de la cheminée, selon un axe général du Sud-Est vers le nord-Ouest	17	100%	TR1 à TR16 TR5bis	moyenne des résultats	0	TN sur formation Calcaires	**93,8**	3,2	**1 392,3**	26,8	225,1	23,7	0,1	non recherché			TR3	**Groupe 4**	Le profil SE/NO des concentrations sur cette zone montre une décroissance de part et d'autre de la cheminée (à peu près similaire pour l'As et le Pb) une peu plus marqué vers le NO (mais non significativement - profil quasi symétrique) et ponctuellement 2 teneurs s'écartant du profil (TR6 et TR7) laissant supposer une influence locale de la topographie Une diminution de plus de 95% est observée sur une distance de 300 m par rapport aux concentrations mesurées en pied de cheminée en TM1 Une réaugmentation des concentrations semble s'amorcer au niveau de TR16 en se rapprochant de l'Escalette (ce qui est confirmée par ls prélèvements Zsc9, Zsc10, Zsc11 et Zsc12)	
																			TR5bis	**Groupe 4**		
																			TR6	**Groupe 4**		
																			TR10	**Groupe 4**		
																			TR12	**Groupe 4**		
																			TR14	**Groupe 4**		
																			TR9	**Groupe 3**		
																			TR16	**Groupe 3**		
Zones sources LM	Calanques	Calanques à l'Ouest de la cheminée rampante	5	100%	Zsc1	Zsc1	0	TN sur formation Calcaires	**91,3**	2,7	**1 170,0**	26,4	199,0	32,0	0,2	non recherché			Zsc1	**Groupe 4**	Le profil Sud/Nord des concentrations met en évidence une décroissance en lien avec l'éloignement de la cheminée verticale haute. Les teneurs sont modérées au Zsc6 à environ 500 m au Nord de la chmeinée.	Signature Site de la Madrague
					Zsc2	Zsc2			**175,0**	5,1	**3 000,0**	38,4	371,0	22,3	0,2	non recherché			Zsc2	**Groupe 4**		
					Zsc4	Zsc4			**51,9**	1,7	**637,0**	40,8	193,0	25,3	0,3	non recherché			Zsc4	**Groupe 4**		
					Zsc5	Zsc5			**45,5**	1,5	**651,0**	38,3	187,0	24,9	0,3	non recherché			Zsc5	**Groupe 4**		
					Zsc6	Zsc6			**26,4**	1,2	**294,0**	32,1	131,0	30,3	0,2	non recherché			Zsc6	**Groupe 3**		Signature industrielle mixte
Zones sources Carneaux	Calanques	Prélèvement au niveau des sols au droit carneaux	1	100%	Zsc3	Zsc3	2	REMBLAIS DEMOLITION	**1 610,0**	58,8	**12 900,0**	35,5	1 600,0	19,4	16,8	non recherché					Les fortes anomalies dans les sols de surface sont en cohérence avec la localisation du prélèvement dans les carneaux et les indices organoleptiques très marqués poussières de carneaux et débris de démolition dans les sols de surface	Signature Carneaux
Zones Sources ESC	Calanques	Calanques dans le secteur ESC, proche cheminée	4		Zsc9	Zsc9	0	TN sur formation Calcaires	**91,4**	1,4	**1 480,0**	42,9	391,0	30,1	0,3	non recherché			Zsc9	**Groupe 4**	Les prélèvements de surface à proximité du site de l'Escalette mettent en évidence une qualité chimique dégradée en As et Pb en cohérence avec les activités industrielles passées au niveau de la fonderie de l'Escalette et le type de système épuratoire des fumées du site	Signature ESC
					Zsc10	Zsc10			**147,0**	3,7	**2 230,0**	28,3	409,0	9,6	0,7	non recherché			Zsc10	**Groupe 1**		
					Zsc11	Zsc11			**600,0**	5,2	**4 690,0**	36,9	1 340,0	20,4	0,2	non recherché			Zsc11	**Groupe 1**		
					Zsc12	Zsc12			**67,1**	0,9	**1 420,0**	57,4	1 230,0	14,3	3,0	non recherché			Zsc12	**Groupe 1**		
Secteur 1	Riverains	plus de 600 m de l'exutoire de la cheminée rampante mais à proximité immédiate Est de l'usine LM et du crassier	18	11%	S1Z5	S1Z5TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	6,0	0,2	34,5	25,6	68,2	12,0	0,1		✓				Absence d'anomalie dans l'horizon superficiel 0-0,05 Dépassement non significatif par rapport au bruit de fond probablement en lien avec la qualité des matériaux de démolition utilisés en remblaiement	Signature de mélange et signature remblais (Groupe 3)
						S1Z5TM1 (0,05-0,3)	2	REMBLAIS DEMOLITION	7,5	0,2	62,9	26,3	193,0	10,8	0,3		✓		S1Z5	**Groupe 3**		
					S1Z9	S1Z9TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	4,1	0,4	36,5	21,7	140,0	11,0	0,8		✓		S1Z9	**Groupe 3**	Absence d'anomalie dans l'horizon superficiel 0-0,05 Dépassement significatif en Hg dans les sols profonds, cependant le transfert de ce composé par retombée de poussière depuis la cheminée SdM a été écarté Qualité des sols en lien avec la qualité des matériaux de démolition utilisés en remblaiement	
						S1Z9TM1 (0,05-0,25	2	REMBLAIS DEMOLITION	5,1	0,6	65,8	24,4	202,0	14,2	13,3		✓					
					S1Z13TM1	S1Z13TM1 (0,01-0,07)	2	REMBLAIS DEMOLITION	14,4	1,2	**246,0**	98,8	675,0	22,7	0,5	non recherché					Anomalie modérée dans les sols de surface de la zone 13 en lien probable avec la nature des remblais ainsi qu'un bruit de fond industriel (Groupes 2 ou 3)	
					S1Z21 TM1	S1Z21TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	10,2	1,3	126,0	45,9	313,0	20,9	0,6	non recherché					Absence d'anomalie dans l'horizon superficiel 0-0,05 Dépassement significatif en Hg dans les sols profonds, cependant le transfert de ce composé par retombée de poussière depuis la cheminée LM a été écarté Qualité des sols en lien avec la qualité des matériaux de démolition utilisés en remblaiement	
						S1Z21TM1 (0,05-0,25)	2	REMBLAIS DEMOLITION	8,7	1,0	86,1	34,9	238,0	19,5	0,5	non recherché						
					S1Z21TM2	S1Z21TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,0	1,0	**157,0**	61,2	353,0	17,0	1,0	non recherché					Absence d'anomalie dans l'horizon superficiel 0-0,05 Dépassement significatif en Hg dans les sols profonds, cependant le transfert de ce composé par retombée de poussière depuis la cheminée LM a été écarté Qualité des sols en lien avec la qualité des matériaux de démolition utilisés en remblaiement	
						S1Z21TM1 (0,05-0,21	2	REMBLAIS DEMOLITION	13,4	0,9	**146,0**	67,7	351,0	16,2	0,9	non recherché						
						S1Z21TM1 (0,21-0,26)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,5	1,0	**220,0**	58,3	423,0	18,2	0,9	non recherché						
					S1Z21 TM3	S1Z21TM3 (0-0,05)	3	REMBLAIS MACHEFERS	7,2	0,6	127,0	40,3	158,0	12,2	0,3	non recherché					Absence d'anomalie dans l'horizon superficiel 0-0,05 Dépassement significatif en Hg dans les sols profonds, cependant le transfert de ce composé par retombée de poussière depuis la cheminée du Site de la Madrague a été écarté Qualité des sols en lien avec la qualité des matériaux de démolition utilisés en remblaiement	
						S1Z21TM3 (0,05-0,2)	3	REMBLAIS MACHEFERS	8,0	0,6	102,0	32,4	144,0	13,3	0,3	non recherché						

(*) Signature déterminée sur la base de l'interprétation CNRS tenant compte des systèmes $^{206}Pb/^{207}Pb$ – $^{208}Pb/^{206}Pb$, développée en paragraphe 10.9.1

SECTEUR	LOCALISATION	COMMENTAIRE LOCALISATION	NBRE PLVT	% PLVT AVEC ANOMALIES EN Pb ET/OU As	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse		Commentaire	Conclusion
									As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Siganture SdM	Siganture Mélange	Siganture Esc				
Secteur 3	Riverains	plus de 600 m de l'exutoire de la cheminée rampante mais à proximité immédiate Ouest de l'usine LM et du crassier	18	72%	S3Z1TM1	S3Z1TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION déchets dans les sols	12,1	0,2	**136,0**	53,3	225,0	22,6	0,4	non recherché			S3Z1	Groupe 2	Qualité chimique des sols en lien avec la qualité des remblais au droit des parcelles et potentiellement une influence "bruit de fond industriel historique mixte" qui semble caractériser la signature chimique de ce groupe	Qualité chimique des sols en lien avec la qualité des remblais au droit des parcelles et potentiellement une influence "bruit de fond industriel historique mixte" Présence de remblais métalliques rapportés (100% de remblais sur le secteur)
					S3Z2TM2	S3Z2TM2 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	22,3	1,0	**398,0**	83,0	500,0	13,9	0,5			✓	S3Z2	Groupe 2		
						S3Z2TM2 (0,05-0,3)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**47,8**	1,0	**817,0**	139,0	553,0	13,4	1,0			✓				
					S3Z8TM1	S3Z8TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**30,6**	1,5	**908,0**	103,0	1 360,0	28,1	0,6	non recherché					Présence de remblais métalliques rapportés d'origine non connue (potentiellement issus des usines SdM ou Escalette). Impact marqué dans les sols en lien avec la nature chimique des remblais métalliques identifiés sur le site (notons que l'analyse statistique par la méthode des "individus supplémentaires" met en évidence une signature proche de la signature enregsitrés sur les prélèvements SDIEM1 entre 5 et 8 m/TN)	
						S3Z8TM1 (0,05-0,5)	3	REMBLAIS MACHEFERS	**36,3**	1,1	**818,0**	101,0	782,0	26,3	0,8							
						S3Z8TM1 (0,5-0,65)	3	REMBLAIS MACHEFERS	**26,7**	0,2	**411,0**	51,2	314,0	20,9	0,4							
					S3Z8TM2	S3Z8TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**25,4**	1,5	**557,0**	131,0	671,0	44,8	0,8		✓		S3Z8	Groupe 2		
						S3Z8TM2 (0,05-0,5)	2	REMBLAIS DEMOLITION	24,4	0,8	**503,0**	97,9	495,0	27,6	0,7	non recherché						
						S3Z8TM2 (0,5-0,75)	3	REMBLAIS MACHEFERS	**31,1**	0,8	**471,0**	83,1	259,0	22,4	0,6							
					S3Z17TM1	S3Z17TM1 (0-0,05)	3	REMBLAIS MACHEFERS	10,8	1,2	**989,0**	71,8	691,0	22,7	0,4	non recherché					Présence de remblais métalliques rapportés d'origine non connue (potentiellement issus des usines SdM ou Escalette). Impact marqué dans les sols en lien avec la nature chimique des remblais métalliques identifiés sur le site	
						S3Z17TM1 (0,05-0,25)	2	REMBLAIS DEMOLITION	12,3	1,2	**1 790,0**	57,8	1 190,0	21,9	0,3	non recherché						
					S3Z21TM1	S3Z21TM1 (0-0,05)	3	REMBLAIS MACHEFERS	11,2	1,1	**273,0**	93,8	524,0	18,5	0,2	non recherché						
						S3Z21TM1 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	12,2	1,2	**330,0**	172,0	550,0	19,0	0,3	non recherché						
					S3Z21TM2	S3Z21TM2 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	7,0	1,2	**167,0**	42,5	795,0	19,0	0,3	non recherché					Qualité chimique des sols en lien avec la qualité des remblais au droit des parcelles et potentiellement une influence "bruit de fond industriel historique mixte" qui semble caractériser la signature chimique de ce groupe	
						S3Z21TM2 (0,05-0,25)	2	REMBLAIS DEMOLITION	6,4	1,0	96,1	23,6	512,0	13,9	0,1	non recherché						
					S3Z28TM1	S3Z8TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**25,2**	2,8	**1 340,0**	183,0	3 080,0	30,5	1,9	non recherché						
						S3Z8TM1 (0,05-0,5)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**26,1**	2,1	**1 080,0**	148,0	2 190,0	28,6	2,1	non recherché						
						S3Z8TM1 (0,5-0,7)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**27,6**	1,1	**611,0**	81,7	687,0	24,1	1,1	non recherché						
					S3Z28TM2	S3Z28TM2 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	15,4	1,4	**390,0**	90,2	715,0	22,3	1,4	non recherché						
						S3Z28TM2 (0,05-0,4)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	17,6	1,2	**430,0**	99,1	674,0	23,3	1,5	non recherché						
					S3Z29TM1	S3Z29TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	18,6	1,3	**809,0**	100,0	557,0	15,8	0,2	non recherché						
						S3Z29TM1 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	17,0	1,7	**1 910,0**	121,0	624,0	17,8	0,3	non recherché						
Secteur 5	Riverains	position particulière entre l'usine LM et l'usine l'Escalette à plus de 600 m de l'exutoire de la cheminée rampante LM	7	86%	S5Z1TM1	S5Z1TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	23,0	0,5	**467,0**	66,1	1 040,0	12,3	0,9		✓		S5Z1	Groupe 2	Lithologie sur le secteur caractérisé par de nombreux remblais notamment de résidus des usines mais également de démolition. Le secteur présente en partie une signature ESC (Goupe 1) ainsi que des parcelles affiliées au Groupe 2 qui témoigne d'une signature remblais et d'un bruit de fond industriel mixte histroique.	Zone d'influence par retombée atmosphérique à prédominance Escalette Zone de remblais d'origine non déterminée
					S5Z11TM1	S5Z11TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	14,5	0,5	**554,0**	37,0	394,0	31,9	0,3	non recherché						
					S5Z21TM1	S5Z21TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**108,0**	2,4	**517,0**	111,0	709,0	16,8	0,5			✓(*)	S5Z21	Groupe 1		
					S5Z29TM1	S5Z29TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**65,7**	1,5	**456,0**	118,0	620,0	27,4	0,4			✓	S5Z29	Groupe 2		
					S5Z31TM1	S5Z31TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	14,3	0,2	**165,0**	35,8	164,0	18,1	0,4	non recherché						
					S5Z45TM1	S5Z45TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**706,0**	6,2	**3 510,0**	97,6	1 420,0	28,0	1,0			✓(*)	S5Z45	Groupe 1		

(*) Signature déterminée sur la base de l'interprétation CNRS tenant compte des systèmes $^{206}Pb/^{207}Pb$ – $^{208}Pb/^{206}Pb$, développée en paragraphe 10.9.1

SECTEUR	LOCALISATION	COMMENTAIRE LOCALISATION	NBRE PLVT	% PLVT AVEC ANOMALIES EN Pb ET/OU As	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse	Commentaire	Conclusion
									As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Siganture SdM	Siganture Mélange	Siganture Esc			
Secteur 6	Riverains	à proximité Nord-Est de la cheminée LM	35	51%	S6Z3TM1	S6Z3TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**47,2**	0,8	**144,0**	58,2	166,0	18,3	0,2	non recherché			S6Z3 Groupe 4 signature proche des matériaux type remblais de démolition avec potentiellement une légère	Secteur urbain le plus proche de la cheminée verticale haute du SdM L'influence du SdM est confirmée au Sud du secteur 6, par les analyses isotopiques et paragénèses (Groupe 4) avec une contribution, toutefois, non négligeable de l'Escalette mise en évidence par l'outil isotopique selon l'interprétation CNRS Le Secteur 6 est également caractérisé par la présence de remblais sur une forte proportion des parcelles investiguées et une appartenance de nombreuses parcelles au Groupe 2 qui semble tracer une signature de remblais ainsi qu'un bruit de fond industriel historique mixte.	Zone d'influence mixte par retombée atmosphérique SdM sur la pointe Sud du secteur 6. Le reste du secteur présente une signaiture de Groupe 2 qui semble tracer une signature de remblais ainsi qu'un bruit de fond industriel historique mixte
					S6Z12TM1	S6Z12TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	11,6	0,6	72,0	33,5	169,0	14,2	0,1	non recherché					
					S6Z12TM2	S6Z12TM2 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	13,9	0,8	**161,0**	37,5	334,0	19,2	0,2	non recherché					
					S6Z15TM1	S6Z15TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,1	0,8	113,0	135,0	264,0	28,5	0,4	non recherché					
					S6Z16TM1	S6Z16TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**32,9**	1,7	**475,0**	65,5	440,0	21,7	0,3	non recherché					
					S6Z26TM1	S6Z26TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	22,6	0,5	**151,0**	7,6	70,9	14,4	0,1	non recherché					
					S6Z29TM1	S6Z29TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**42,9**	1,3	**396,0**	36,0	186,0	35,5	0,1	✓			S6Z29 Groupe 4 confirmation infuence pour moitié par site LM (rapprochement de la signature TM1 en pied de	
						S6Z29TM1 (0,05-0,15)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**56,4**	1,2	**445,0**	24,7	161,0	31,6	0,1	non recherché					
					S6Z34TM1	S6Z34TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	16,4	0,6	**212,0**	16,6	66,5	8,5	0,1	non recherché			S6Z34 Groupe 4		
					S6Z34TM2	S6Z34TM2 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	9,5	0,5	99,0	60,6	169,0	22,0	0,3	non recherché					
						S6Z34TM2 (0,05-0,2)	1	REMBLAIS CHARBON	9,6	0,5	85,5	50,1	146,0	18,8	0,2	non recherché					
					S6Z38TM1	S6Z38TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,9	0,2	71,8	42,9	273,0	18,9	0,3	non recherché			S6Z38 Groupe 2		
					S6Z42TM1	S6Z42TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	7,7	0,4	70,1	37,4	168,0	16,4	0,2	non recherché					
					S6Z46TM1	S6Z46TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	11,0	0,6	98,9	29,6	304,0	23,4	0,1	non recherché					
					S6Z47TM1	S6Z47TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	23,9	1,6	**475,0**	411,0	877,0	37,8	0,3	non recherché			S6Z47 Groupe 2		
						S6Z47TM1 (0,05-0,3)	1	REMBLAIS CHARBON	**30,2**	1,5	**528,0**	482,0	921,0	45,8	0,5	non recherché					
					S6Z49TM1	S6Z49TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	14,3	1,0	**160,0**	57,8	372,0	28,1	0,4	non recherché					
					S6Z58TM1	S6Z58TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	6,0	0,8	108,0	114,0	279,0	17,7	0,1	non recherché					
					S6Z77TM1	S6Z77TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**26,0**	0,5	**168,0**	37,2	165,0	29,2	0,2		✓		S6Z77 Groupe 3		
						S6Z77TM1 (0,05-0,3)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**37,7**	0,8	**279,0**	29,0	172,0	25,1	0,2	non recherché					
					S6Z95TM1	S6Z95TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	9,0	0,2	54,0	14,0	79,2	12,1	0,1	non recherché					
					S6Z96TM1	S6Z96TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	7,0	0,2	25,2	26,3	78,1	14,8	0,1	non recherché					
					S6Z105TM1	S6Z105TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	8,6	0,6	111,0	42,3	250,0	16,7	0,3	non recherché			S6Z105 Groupe 2		
					S6Z111TM1	S6Z111TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,9	0,4	31,5	10,3	31,3	15,8	0,1	non recherché					
						S6Z111TM1 (0,05-0,3)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**34,5**	0,4	67,8	9,3	31,6	12,6	0,1	non recherché					
						S6Z111TM1 (0,3-0,4)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,3	0,4	43,0	16,0	51,1	24,1	0,1	non recherché					
					S6Z111TM2	S6Z111TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,8	0,4	**177,0**	21,3	65,4	11,0	0,1	non recherché					
						S6Z111TM2 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,4	0,4	48,2	20,6	59,3	11,7	0,1	non recherché					
					S6Z111TM3	S6Z111TM3 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	11,7	0,4	64,1	9,6	35,3	9,8	0,1	non recherché					
						S6Z111TM3 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	11,5	0,4	76,8	13,2	44,1	11,2	0,1	non recherché					
					S6Z114TM1	S6Z114TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	10,6	0,5	**171,0**	36,5	398,0	20,2	1,0	non recherché					
						S6Z114TM1 (0,05-0,25)	2	REMBLAIS DEMOLITION	9,4	0,4	**153,0**	28,8	266,0	16,3	0,1	non recherché					
					S6Z114TM2	S6Z114TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**32,4**	0,4	**235,0**	20,9	77,1	13,3	0,2	non recherché					
						S6Z114TM2 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,2	0,4	36,7	9,3	24,6	12,8	0,1	non recherché					
						S6Z114TM2 (0,25-0,5)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**28,6**	0,5	**241,0**	22,9	99,4	14,5	0,1	non recherché					

SECTEUR	LOCALISATION	COMMENTAIRE LOCALISATION	NBRE PLVT	% PLVT AVEC ANOMALIES EN Pb ET/OU As	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse		Commentaire	Conclusion
									As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Siganture SdM	Siganture Mélange	Siganture Esc				
Secteur 2	Riverains	à l'Est de l'usine LM	7	57%	S2Z2TM1	S2Z2TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	6,9	0,6	130,0	30,6	353,0	17,2	0,3	non recherché					Les matériaux ne présentent pas la signature des retombées atmosphétiques SdM (Groupe 2), mais plutôt une qualité modérément dégradée par un bruit de fond industriel historique mixte et une probable qualité de remblais. En effet, même si les sols en place ne témoignaient pas d'indice organoleptique significatif, les sols sur les parcelles sont susceptibles d'être des sols apportés et remaniés d'origine et de qualité non connue.	Secteur sans impact identifié par SdM Secteur de qualité modérément dégradée par un bruit de fond industriel historique mixte et une qualité de remblais (sols apportés et remaniés d'origine et de qualité non connue).
						S2Z2TM1 (0,05-0,2)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	9,4	0,7	**195,0**	56,8	446,0	19,7	0,7	non recherché						
					S2Z3TM1	S2Z3TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,6	0,7	**170,0**	42,9	215,0	25,0	0,1		✓		S2Z3	Groupe 2		
						S2Z3TM1 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,0	0,8	122,0	41,5	237,0	28,9	0,2	non recherché						
					S2Z6TM1	S2Z6TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,1	1,1	**217,0**	93,0	687,0	23,2	0,3	Non déterminé			S2Z6	Groupe 2		
					S2Z6TM2	S2Z6TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	12,4	1,2	**223,0**	83,5	501,0	30,6	0,5	non recherché						
					S2Z8TM1	S2Z8TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,6	0,2	40,7	35,6	120,0	20,9	0,2	non recherché						
Secteur 4	Riverains		10	40%	S4Z9TM1	S4Z9TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	9,0	0,7	**174,0**	49,4	149,0	30,0	0,8			✓	S4Z9	Groupe 2	Les matériaux ne présentent pas la signature des retombées atmosphétiques SdM (Groupe 2), mais plutôt une qualité modérément dégradée par un bruit de fond industriel historique mixte et une qualité de remblais (sols apportés et remaniés d'origine et de qualité non connue).	
					S4Z12TM1	S4Z12TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	6,7	1,2	121,0	38,9	272,0	9,8	0,1	non recherché			S4Z12	Groupe 2		
					S4Z13TM1	S4Z13TM1 (0-0,05	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	10,2	0,2	27,3	39,3	52,7	14,6	0,2	non recherché						
					S4Z21TM1	S4Z21TM1 (0-0,05	2	REMBLAIS DEMOLITION	9,7	0,9	**162,0**	144,0	389,0	26,8	0,3	non recherché						
					S4Z25TM1	S4Z25TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	10,4	1,3	**171,0**	88,5	624,0	21,4	0,3	non recherché						
					S4Z43TM1	S4Z43TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,3	0,9	**259,0**	76,5	340,0	15,6	1,1	non recherché			S4Z43	Groupe 2		
					PA TMA	S2Z3TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	4,1	0,2	14,1	8,7	35,2	8,9	0,1	non recherché						
						S2Z3TM1 (0,05-0,4)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	5,1	0,2	20,4	10,8	32,3	10,3	0,1	non recherché						
					PA TMB	S2Z3TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	3,9	0,2	14,7	9,5	110,0	8,8	0,1	non recherché			PA TMB	Groupe 3		
						S2Z3TM1 (0,05-0,4)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	4,0	0,2	10,7	7,8	70,6	8,9	0,1	non recherché						
Secteur 7	Riverains	à l'Est de l'usine LM - secteur plus éloigné	11	9%	S7Z5TM1	S7Z5TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,4	0,2	**135,0**	46,7	212,0	18,8	0,4		✓		S7Z5	Groupe 2	Les matériaux ne présentent pas la signature des retombées atmosphétiques SdM (Groupe 2), mais plutôt une qualité peu à modérément dégradé par un bruit de fond industriel historique mixte et une qualité de remblais (sols apportés et remaniés d'origine et de qualité non connue).	Secteurs éloignés sans influence SdM La qualité potentiellement dégradée des sols de surface est lié à l'apport de remblais (matériaux de démolition sans lien avec LM) et un bruit de fond industriel historique mixte
						S7Z5TM1 (0,05-0,3)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	9,8	0,6	126,0	60,2	212,0	20,1	0,5	non recherché						
					S7Z17TM1	S7Z17TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,1	0,2	30,9	25,9	82,6	13,6	0,1	non recherché						
						S7Z17TM1 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	5,9	0,2	20,4	11,8	50,6	11,9	0,1	non recherché						
					S7Z20TM1	S7Z20TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,0	0,5	116,0	47,5	190,0	16,1	0,3	non recherché						
						S7Z20TM1 (0,05-0,5)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	9,1	0,2	121,0	48,2	200,0	17,4	0,5	non recherché						
					S7Z38TM1	S7Z38TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	6,3	0,6	98,3	350,0	202,0	23,3	0,3	non recherché			S7Z38	Groupe 2		
					S7Z54TM1	S7Z54TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	6,0	0,2	44,0	30,6	99,1	12,0	0,2	non recherché						
						S7Z54TM1 (0,05-0,35)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,0	0,2	79,3	32,8	150,0	12,9	0,4	non recherché						
					S7Z62TM1	S7Z62TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	4,5	0,2	42,6	17,2	60,8	20,5	0,1	non recherché			S7Z62	Groupe 2		
					S7Z62TM2	S7Z62TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	4,8	0,4	59,6	19,7	122,0	23,6	0,6	non recherché						
Secteur 8	Riverains	à l'Est de l'usine LM - secteur plus éloigné (sur bord de mer)	18	50%	S8Z3TM1	S8Z3TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	5,1	0,2	72,5	51,8	185,0	13,5	0,1	non recherché					Concentrations équivalentes à légèrement plus élevées dans l'horizon sous-jacent. Les matériaux ne présentent pas la signature des retombées atmosphétiques (absence d'anomalie en arsenic) mais de matériaux type remblais de démolition et/ou charbon mélangés dans els sols. L'évaluation de la contibution par la méthode isotopique développée par le CNRS semble mettre en évidence des contributions marquées SdM, ESC ou équivalente. Il est très probable que les contributions majoritaires SdM ou ESC sur le secteur S8 soient liées à des remblais dans les sols plutôt qu'à des retombées de poussières (Groupe 2)	Secteurs éloignés sans influence SdM La qualité potentiellement dégradée des sols de surface est lié à l'apport de remblais (matériaux de démolition et/ou charbon sans lien avec SdM) et un bruit de fond industriel historique mixte
					S8Z5TM1	S8Z5TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	6,6	0,9	56,9	31,6	199,0	42,8	0,1	non recherché						
					S8Z6TM1	S8Z6TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	9,1	0,2	94,0	42,9	233,0	20,5	0,3	non recherché			S8Z6	Groupe 2		
						S8Z6TM1 (0,05-0,3)	2	REMBLAIS DEMOLITION	10,9	0,6	105,0	41,8	223,0	18,3	0,2	non recherché						
					S8Z16TM1	S8Z16TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	6,6	0,2	75,7	27,5	139,0	12,1	0,3	non recherché						
					S8Z17TM1	S8Z17TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	8,0	0,6	92,7	42,6	197,0	16,4	0,3	non recherché						
						S8Z17TM1 (0,05-0,5)	1	REMBLAIS CHARBON	9,7	0,5	108,0	36,0	170,0	18,5	0,3	non recherché						
					S8Z26TM1	S8Z26TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	6,9	0,2	41,5	37,5	85,2	17,1	0,2	non recherché			S8Z26	Groupe 3		
					S8Z50TM1	S8Z50TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	6,0	0,7	98,8	116,0	276,0	22,8	0,2	non recherché						
					S8Z60TM1	S8Z60TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	9,1	0,8	**214,0**	89,8	532,0	30,6	0,5		✓		S8Z60	Groupe 2		
					S8Z80TM1	S8Z80TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	11,0	0,2	**155,0**	63,9	331,0	26,2	0,8	non recherché						
					S8Z88TM1	S8Z88TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	8,6	1,1	**152,0**	104,0	482,0	20,8	0,9	✓			S8Z88	Groupe 2		
						S8Z88TM1 (0,05-0,4)	1	REMBLAIS CHARBON	10,2	1,3	**193,0**	97,5	551,0	22,4	1,1	non recherché						
					S8Z89TM1	S8Z89TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	18,3	1,5	**416,0**	110,0	866,0	22,6	2,3		✓		S8Z89	Groupe 2		
						S8Z89TM1 (0,05-0,4)	1	REMBLAIS CHARBON	18,8	1,5	**521,0**	125,0	857,0	23,2	2,9			✓				
					S8Z97TM1	S8Z97TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	8,4	0,7	**151,0**	61,9	475,0	22,3	0,4	non recherché						
						S8Z97TM1 (0,05-0,3)	2	REMBLAIS DEMOLITION	9,9	0,2	**170,0**	40,1	531,0	22,0	0,5	non recherché						
					S8Z111TM1	S8Z111TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	13,6	1,4	**303,0**	147,0	805,0	23,6	0,7	non recherché						

SECTEUR	LOCALISATION	COMMENTAIRE LOCALISATION	NBRE PLVT	% PLVT AVEC ANOMALIES EN Pb ET/OU As	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse		Commentaire	Conclusion
									As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Siganture SdM	Siganture Mélange	Siganture Esc				
Secteur 9	Riverains	à l'Est de l'usine LM - secteur plus éloigné	7	29%	S9Z8TM1	S9Z13TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	5,2	0,2	34,5	17,3	95,1	13,0	0,2	non recherché					Les matériaux ne présentent pas la signature des retombées atmosphétiques mais semblent témoigner d'un bruit de fond industriel historique mixte et d'une qualité de remblais (sols apportés et remaniés d'origine et de qualité non connue).	Secteurs éloignés sans influence SdM La qualité potentiellement dégradée des sols de surface est lié à l'apport de remblais (matériaux de démolition et/ou charbon sans lien avec SdM) et un bruit de fond industriel historique mixte
					S9Z12TM1	S9Z13TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,8	0,2	53,8	40,3	105,0	16,5	0,1	non recherché						
					S9Z13TM1	S9Z13TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	7,9	0,5	97,3	39,4	221,0	15,4	0,4	non recherché			S9Z13	Groupe 2		
						S9Z13TM1 (0,05-0,4)	2	REMBLAIS DEMOLITION	7,4	0,2	61,9	26,6	112,0	12,5	0,6	non recherché						
					S9Z15TM1	S9Z15TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,9	0,9	**161,0**	107,0	377,0	32,0	0,6	non recherché			S9Z15	Groupe 2		
						S9Z15TM1 (0,05-0,5)	2	REMBLAIS DEMOLITION	12,3	0,6	**161,0**	96,3	402,0	35,0	0,7	non recherché						
					S9Z25TM1	S9Z25TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	5,7	0,2	61,3	32,4	223,0	10,9	0,1	non recherché			S9Z25	Groupe 2		

Enfin, au regard des anomalies en Plomb enregistrées à l'Est de la zone d'étude, à proximité du Parc Pastré dans un objectif de détermination du bruit de fond urbain et de leur signature en 19ETMM, des investigations complémentaires ont été réalisées en octobre et décembre 2019, dans une approche itérative afin de compléter la connaissance de la qualité des sols de surface, à l'échelle du secteur Est en direction de Pastré et évaluer les enjeux sanitaires associés.

10.10.2 Caractérisation complémentaire du milieu « sols » - espace naturel du secteur « Est en direction de Pastré »

La zone est implantée au droit du parc des Calanques à proximité du parc public Pastré et comprend des chemins de balades, des sentiers de randonnées et des zones de garigues denses entre les chemins. La topographie est très marquée avec une pente générale forte depuis les falaises au nord vers les zones relativement plane au sud.

Par souci de représentativité vis-à-vis des expositions potentielles, la stratégie mise en œuvre a reposé sur la réalisation d'investigations au niveau des zones accessibles, en adéquation avec les usages constatés (prélèvements et mesure aux abords des chemins et sentiers ainsi qu'au niveau des zones accessibles).

Les investigations ont porté sur la réalisation d'un prélèvement de sols tous les 60 m environ afin d'assurer la représentativité des prélèvements dans les zones où l'exposition a été jugée plus importante.

Comme présenté au paragraphe 5.4 « Synthèse des traceurs retenus », les analyses porteront sur les composés métalliques.

10.10.2.1 Investigations mises en œuvre

A l'instar des investigations menées dans le cadre de cette IEM, les investigations complémentaires ont reposé sur le milieu sols dans sa partie superficielle.

Les campagnes précédentes présentées au § 10.1 ont conduit au prélèvement et à l'analyse de 3 échantillons de sols dénommés BDFNU1 à BDFNU3, dont 2 prélèvements présentent une signature chimique caractéristique du Site de la Madrague.

Compte tenu de la surface de la zone à investiguer estimée à presque 40 hectares, les investigations des sols superficiels ont reposées sur des mesures des métaux par fluorescence X ainsi que des analyses des 8 métaux lourds par un laboratoire accrédité COFRAC.

Les échantillons ayant fait l'objets des mesures (fluorescence X (Niton) et laboratoire) ont été prélevés selon la même méthodologie que celle mise en œuvre pour les prélèvements riverains et calanques (prélèvement sur 5 cm et échantillon composite rassemblant 5 prises unitaires sur une superficie d'environ 3x3 m).

Le spectromètre à fluorescence X est un appareil d'analyse non destructif destiné aux analyses directes incluant 20 composés métalliques dont les 8 métaux lourds. La limite de détection dépend de l'élément, de la matrice, de la préparation de l'échantillon et du temps de mesure. Un protocole a été mis en œuvre afin d'assurer la représentativité des mesures entre elles.

Les principales interférences rencontrées sont dues aux effets physiques de la matrice, à l'humidité et à la porosité de l'échantillon, …. Le logiciel intégré dans le spectromètre de fluorescence X tient compte des interférences entre les différents éléments chimiques pour le calcul des teneurs mais il ne permet pas toujours de toutes les compenser et les teneurs de certains de ces éléments sont sous ou surestimées par rapport aux teneurs réelles.

Afin de mesurer ce biais, les mesures par fluorescence X ont ponctuellement été doublées d'analyses chimiques (58 échantillons, dont 32 au niveau du secteur « Est en direction de Pastré »).

Avec ce type d'appareil, notons que les éléments facilement détectés comprennent les traceurs arsenic et plomb, (ainsi que zinc, fer et cuivre, notamment). Par contre d'autres éléments présentent une limite de détection élevée, due la plupart du temps à des interférences avec d'autres éléments, qui ne permet pas d'interprétation (cas du nickel, chrome et mercure) à moins qu'ils soient présents à de fortes concentrations.

Afin de pouvoir comparer les données entre elles et définir un éventuel facteur de correction des mesures Niton par rapport aux mesures de laboratoire, un protocole a été mis en œuvre et appliqué systématiquement (répétabilité).

Le protocole a été construit en se basant sur le rapport BRGM (RP-53377-FR d'avril 2015) – « évaluation des performances du spectromètre portable de fluorescence Y NITO XL723S ».
L'appareil de mesure présente des limites techniques qui sont d'une part l'augmentation de l'incertitude avec le pourcentage d'humidité des sols et d'autre part le volume analysé (analyse représentative de quelques centimètres cubes de sol en surface) du fait de sa fenêtre de mesure de 9 mm.

En amont des investigations, des planches d'essais ont été réalisées afin d'évaluer les éventuels biais de mesure. Les planches d'essais ont porté sur des mesures ponctuelles directement sur la surface du sol (analyse in situ), des mesures sur échantillon de sol prélevé (analyse sur site) avec une prise unitaire, une prise par quartage de 1x1 m et une prise par quartage de 3x3 m. Ces planches d'essais ont conclu à l'absence de biais des différentes méthodes. Par souci de représentativité avec les échantillons prélevés à des fins analytiques, la méthode consistant au prélèvement de 5 prises unitaires par quartage de 3x3 m a été retenue.

Le sol est prélevé sous la couche végétale et séché à l'air, les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une pelle à main INOX sur les 5 premiers centimètres de sol puis homogénéisés manuellement dans un seau INOX.

Le prélèvement ainsi confectionné est disposé entre deux films cellophane sur une épaisseur de 1.5 cm. L'appareil est ensuite posé à même la cellophane pour effectuer la mesure sur une durée de 1 min.

A noter que la phase de séchage à l'air n'est que partielle et ne permet pas de s'affranchir des interférences liées à l'humidité des sols.

		
Prélèvement avec quartage	Mesures avec le spectromètre à fluorescence X	Lecture des mesures sur site

Figure 65 – Mode de mesure sur site du prélèvement – campagne NITON

Les investigations ont été réalisées en deux campagnes par deux ingénieurs d'ERG ENVIRONNEMENT. La première campagne s'est déroulée les 23 et 24 octobre 2019 pour les transects Tr1, Tr2 et Tr4 et la seconde s'est déroulée le 10 décembre 2019 pour le transect Tr7.

Chaque sondage de sol effectué a fait l'objet d'une coupe lithologique, d'un relevé des observations organoleptiques (couleur et aspect) des matériaux rencontrés et d'un prélèvement de sol caractéristique. Ces informations sont compilées en **annexe A6.12.**

10.10.2.2 Compte-rendu de terrain

Lors des campagnes d'investigations, un compte rendu de terrain a été réalisé et mis à jour après chaque journée d'intervention afin de recenser les observations de terrain. Ce compte rendu de terrain est présenté en annexe A.6.12 et récence pour chaque prélèvement les éléments suivants : Nom transect / Nom prélèvement / Coordonnées GPS / Lithologie / Profondeur du prélèvement / Date du prélèvement.

Les plans d'implantation des prélèvements réalisés dans le cadre de la présente mission sont présentés en annexe A6.12.

D'après les informations recensées dans le compte rendu de terrain, il apparait que les matériaux investigués sont de nature limoneuse et sableuse avec de nombreux cailloutis calcaires. La surface des zones investiguées est localement enherbée ou présentant de la végétation de type garigue et présente des aiguilles de pin la plupart du temps.
Parmi les 23 prélèvements réalisés, 4 prélèvements ont révélé la présence de fragments de tuiles ou de briques (Tr1 TM12 à TM14 et Tr2 TM1).
Lors de la seconde campagne d'investigations, une zone a révélé des matériaux noirs vitrifiés laissant supposer l'apport de remblais.



Figure 66 : Présence de matériaux anthropique dans les sols (pas d'enregistrement PID associé à ces constats organoleptiques)

10.10.2.3 Programme analytique mis en œuvre

Les analyses chimiques ont été confiées au Laboratoire EUROFINS possédant une accréditation du COFRAC. Il est à noter que le Laboratoire EUROFINS, dans le cadre de sa démarche qualité (accréditation COFRAC), nous fournit directement le flaconnage.

Au total, parmi les 23 échantillons de sols ayant fait l'objet de mesure par fluorescence X, 10 ont fait l'objet d'analyses chimique.

Le tableau suivant synthétise la campagne de terrain réalisée sur cette zone.

Tableau 24 : Campagne d'investigations de sol – transect dans le secteur Est en direction de Pastré

Transects	Prélèvement réalisés	MESURE SPECTROMETRE	ANALYSE CHIMIQUE
Transect 1 Tr1	14 Tr1 TM4 à Tr1 TM17	14	8
Transect 2 Tr2	3 Tr2 TM1, Tr2 TM2 et Tr2 TM10	3	1
Transect 4 Tr4	1 Tr4 TM5	1	1
Transect 7 Tr8	5 Tr7 TM1 à Tr7 TM7	5	0

Le programme d'échantillonnage a été établi sur la base d'un jugement d'expert à partir des descriptions lithologiques ainsi que des constats organoleptiques et des mesures réalisés avec le spectromètre (fluorescence X).

Les résultats analytiques devront tenir compte des informations compilées dans le compte rendu de terrain afin d'évaluer l'influence d'un potentiel artefact dû à la présence de matériaux anthropiques.

10.10.2.4 Présentation des résultats obtenus – Analyses chimiques

On se reportera au paragraphe 10.4 pour disposer des critères d'interprétation des résultats retenus.

Les résultats analytiques obtenus dans le cadre de la présente campagne de caractérisation complémentaire des sols de surface dans le secteur Est en direction de Pastré sont présentés dans les tableaux et les bordereaux analytiques correspondants reportés en **annexes A6.12.**

Au total, 10 échantillons ont été analysés au droit de la zone d'influence.

Dans la limite des investigations et analyses réalisées, il apparait que les métaux chrome, cuivre, nickel, zinc et mercure n'ont révélés aucun dépassement des valeurs de comparaisons retenues (ELT, ASPITET et RMQS).

Seuls deux échantillons ont révélé des concentrations en nickel légèrement supérieures à l'ELT naturel et très inférieures aux valeurs ASPITET et RMQS pour un sol ordinaire (15.3 et 17.90 mg/kg pour un ELT à 15 et des seuils ASPITET et RMQS à 60 et 80 mg/kg). Ces deux échantillons sont associés à des anomalies pour les autres composés.

Les composés arsenic, cadmium et plomb ont révélés deux échantillons présentant des teneurs anomaliques, les 8 autres échantillons présentent des teneurs conformes aux valeurs de références retenues.

	Arsenic (As)	**Cadmium (Cd)**	**Plomb (Pb)**
Valeur de référence retenue	25 mg/kg *(ASPITET)*	0.7 mg/kg *(ELT naturel borne haute)*	130 mg/kg *(ELT naturel borne haute)*
T1 TM5 (0-0.05)	27.10	0.64 (concentration non anomalique)	238.00
T4 TM5 (0-0,05)	48.70	1.42	618.00

Les échantillons ayant révélés ces impacts ne présentent pas de constats organoleptiques spécifiques. Ils sont localisés dans des zones de topographie relativement haute : T4 TM5 a été prélevé au sud à proximité de la zone urbaine et l'échantillon T1 TM4 a été prélevé en partie sud du secteur « Est en direction de Pastré » vers les falaises.

10.10.2.5 Traitement des enregistrements fluorescence X (NITON)

Au total, 58 mesures Niton ont été couplées à des analyses en laboratoire afin d'étudier la corrélation des données entre elles, dans l'objectif de définir une corrélation. 26 données proviennent d'échantillons prélevés dans la zone riverains et 32 proviennent de prélèvement dans le parc des Calanques.

Le travail a été focalisé sur les composés arsenic et plomb. Les résultats pour les autres éléments ont été jugé non pertinent du fait du caractère peu exploitables des données (limite de détection de l'appareil trop élevée), ainsi qu'en l'absence de dépassement des valeurs de références retenues pour les échantillons de sols au niveau du secteur Est en direction de Pastré.

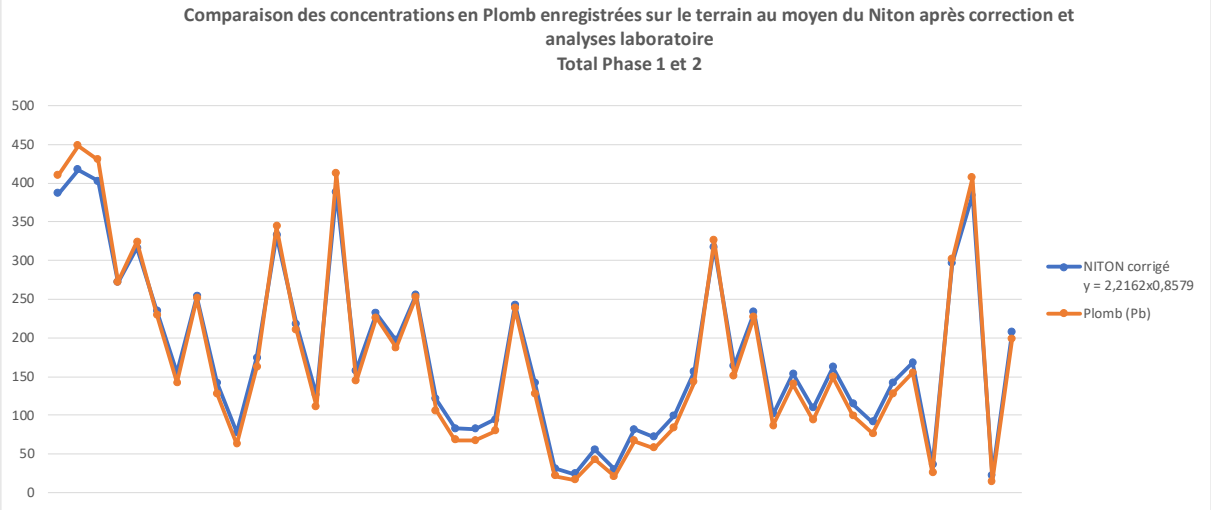
Un premier traitement des données a consisté à retirer les couples de données dont l'écart entre les deux types de mesures étaient les plus importants (suppression des couples dont l'écart absolu entre les deux mesures était supérieur au centile 90 des écarts). Ce traitement de retrait des valeurs extrêmes a abouti à la suppression de 9 jeux de données.

Sur la base des 49 jeux de données restant, il apparait que les mesures Niton paraissent surestimées les valeurs dans 59% des cas pour l'arsenic et pour le plomb mais pas de façon symétriques (lorsque l'arsenic est surestimé, le plomb ne l'est pas forcément et inversement).

Afin de disposer d'une réflexion globale, des graphiques de corrélation ont été effectués afin de visualiser le comportement du jeu de données corrigée. La corrélation mise en évidence pour l'Arsenic n'apparait pas suffisamment significative (avec un coefficient de corrélation de : $R^2 = 0,54$), contrairement au travail sur le plomb

qui met en évidence une bonne corrélation (avec un coefficient de corrélation de : R^2 = 0,80 à 0,85, qu'il s'agisse d'une régression linéaire ou d'une fonction puissance).

Compte tenu de ces éléments, il a été décidé d'apporter une correction aux valeurs Plomb mesurées sur site avec le Niton en tenant compte de l'équation de la fonction puissance : $\mathbf{[NITON_{cor}]} = 2{,}2162 \times \mathbf{[NITON_{mes}]}^{0{,}8579}$.
La différence entre les mesures niton non corrigée et les mesure laboratoire pour le plomb s'échelonnent entre – 132.1 et 127.9 mg/kg. Pour les mesures corrigées, on obtient un delta compris entre -15.2 et 31 mg/kg.



Enfin, compte tenu de l'absence de corrélation évidente, les données Niton pour l'arsenic n'ont pas été corrigées. La différence entre les mesures niton et les mesure laboratoire pour l'arsenic s'échelonnent entre - 14.5 et 12.3 mg/kg.

10.10.2.6 Présentation des résultats obtenus – Analyses chimiques et mesure NITON corrigées (As et Pb)

Les mesures Niton (corrigées pour le plomb) ainsi que les données issues du laboratoire au niveau de la zone d'influence seule sont reprises ici.

		Arsenic					Plomb					
Transects	**Nom prélèvement**	**NITON [As] mg/kg**	**Arsenic (As)**	***Barre d'erreur***	***Borne Haute***	***Borne basse***	**NITON [Pb] mg/kg**	**NITON corrigé [Pb] mg/kg**	**Plomb (Pb)**	***Barre d'erreur***	***Borne Haute***	***Borne basse***
Tr1	T1 TM4 (0-0,05)	23,8		*13,5*	***37,3***	*10,3*	**252,9**	**255,3**		*18,9*	***271,8***	*-18,9*
	T1 TM5 (0-0,05)	**26**	**27,1**	*9,1*	***35,1***	*16,9*	**142,9**	**156,5**	**238,00**	*12,4*	***155,3***	*-12,4*
	T1 TM6 (0-0,05)	19,3		*10,4*	***29,7***	*8,9*	119,1	**133,8**		*14,1*	***133,2***	*-14,1*
	T1 TM7 (0-0,05)	18,1	13,7	*8,5*	***26,6***	*9,6*	102,9	118,0	128,00	*11,5*	*114,4*	*-11,5*
	T1 TM8 (0-0,05)	1,3		*6*	*7,3*	*-4,7*	29,2	40,1		*8,7*	*37,9*	*-8,7*
	T1 TM9 (0-0,05)	0	5,46	*4,2*	*4,2*	*-4,2*	17,4	25,7	21,80	*6,2*	*23,6*	*-6,2*
	T1 TM10 (0-0,05)	1,7		*4,4*	*6,1*	*-2,7*	9,9	15,8		*6,1*	*16*	*-6,1*
	T1 TM11 (0-0,05)	4,3	5,77	*4,7*	*9*	*-0,4*	14,4	21,8	16,20	*6,4*	*20,8*	*-6,4*
	T1 TM12 (0-0,05)	5,4	7,09	*5,6*	*11*	*-0,2*	23,9	33,7	43,00	*7,6*	*31,5*	*-7,6*
	T1 TM13 (0-0,05)	1,7	5,19	*4,3*	*6*	*-2,6*	11,9	18,5	20,90	*6*	*17,9*	*-6*
	T1 TM14 (0-0,05)	1,2		*3,8*	*5*	*-2,6*	11,7	18,3		*5,3*	*17*	*-5,3*
	T1 TM15 (0-0,05)	6	7,58	*4,5*	*10,5*	*1,5*	27,1	37,6	66,70	*6,1*	*33,2*	*-6,1*
	T1 TM16 (0-0,05)	2		*4,3*	*6,3*	*-2,3*	11,4	17,9		*6*	*17,4*	*-6*
	T1 TM17 (0-0,05)	3,1	5,75	*5,8*	*8,9*	*-2,7*	42,6	55,4	57,60	*8,3*	*50,9*	*-8,3*
Tr2	T2 TM1 (0-0,05)	8,7	10,1	*7,6*	*16,3*	*1,1*	67,2	81,9	84,20	*10,5*	*77,7*	*-10,5*
	T2 TM2 (0-0,05)	13,2		*8,6*	*21,8*	*4,6*	50,9	64,5		*11,3*	*62,2*	*-11,3*
	T2 TM10 (0-0,05)	12,9		*7,3*	*20,2*	*5,6*	78	93,1		*9,9*	*87,9*	*-9,9*
4	T4 TM5 (0-0,05)	**41,8**	**48,7**	*12*	***53,8***	***29,8***	**275,9**	**275,1**	**618,00**	*16,4*	***292,3***	*-16,4*
T7	T7 TM1	14,3		*8,4*	*22,7*	*5,9*	74,5	89,5		*11,3*	*85,8*	*63,2*
	T7 TM2	2,1		*6,6*	*8,7*	*-4,5*	69,6	84,4		*9,5*	*79,1*	*60,1*
	T7 TM3	9		*5,8*	*14,8*	*3,2*	41,9	54,6		*7,8*	*49,7*	*34,1*
	T7 TM4	10,7		*7,2*	*17,9*	*3,5*	69,2	84,0		*9,8*	*79*	*59,4*
	T7 TM5	9		*8,5*	*17,5*	*0,5*	105,1	120,2		*12*	*117,1*	*93,1*

La cartographie suivante présente les investigations effectuées au droit du secteur Est en direction de Pastré pour les données Niton et laboratoire.

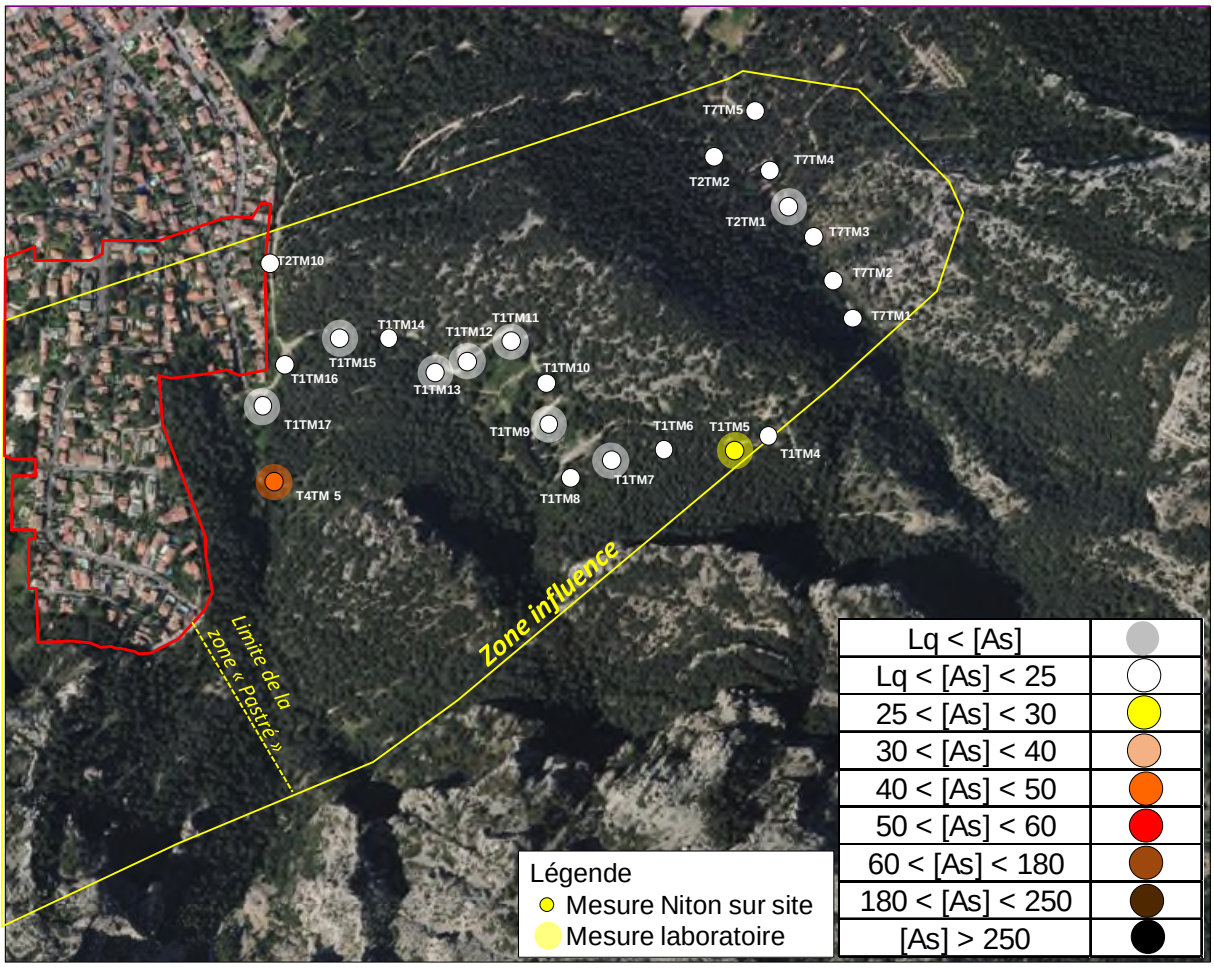


Figure 67: Cartographie des résultats Niton et Laboratoire pour l'arsenic - Secteur Est en direction de Pastré

Remarque : la zone d'influence reportée sur les figures 67 à 69 correspond à la délimitation, déterminée sur la base des caractérisations des sols et interprétations induites, présentée en figure 59.

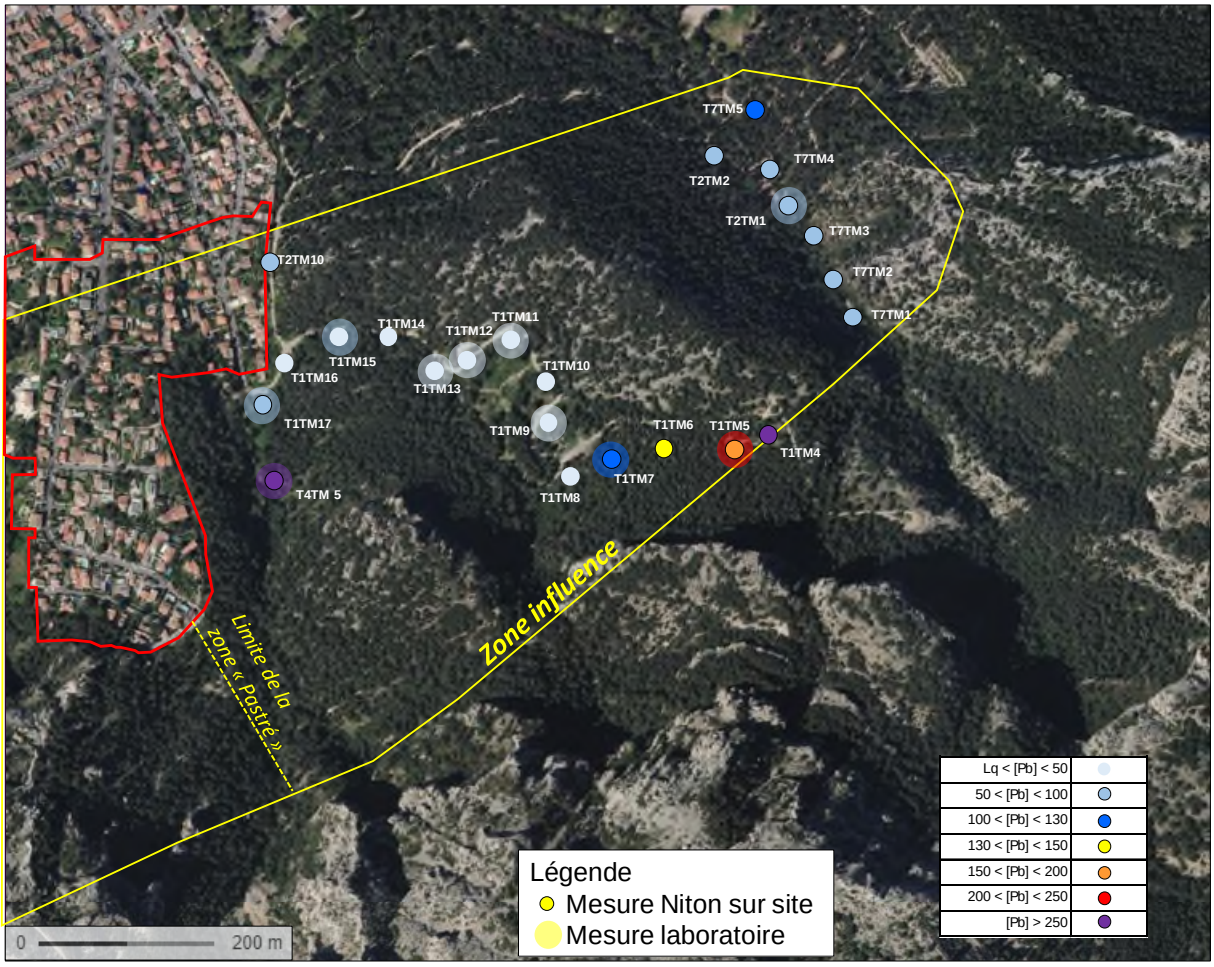


Figure 68: Cartographie des résultats Niton corrigé et Laboratoire pour le plomb - le secteur Est en direction de Pastré

10.10.2.7 Définition des zones d'exposition et usages

Dans le périmètre d'influence, la zone d'espace naturel à proximité du parc Pastré est assez variable en termes de paysage, de topographie et donc d'usage.

Sur la base des observations de terrain, des photographies aériennes et des données topographiques de l'IGN, une cartographie des usages a été dressée au niveau de cette zone afin de rationaliser les impacts mis en évidence vis-à-vis des grands types d'exposition qui en découlent.

La zone est occupée par des chemins de balades, des sentiers de randonnées et des zones de garigues denses entre les chemins.

La topographie est très marquée au niveau du secteur Est en direction de Pastré : elle présente un dénivelé de plus de 50 m au niveau de la zone d'influence pouvant atteindre le 100 m au niveau des falaise en partie sud. Compte tenu de ces éléments il a été considéré deux types d'usages :

- « Randonnée GR » où les usagers sont des adolescents et adultes et pratiquent de la randonnée sportive,
- « Plaisance » correspondant à des activités de balades et de plein air (jeux, pique-nique, repos etc) où les jeunes enfants ont accès et peuvent passer du temps (familles, ASMAT, écoles etc).

La cartographie page suivante présente les types d'usage considérés au niveau du secteur Est en direction de Pastré.



Figure 69: Cartographie des usages considérés dans la zone d'influence (selon les conclusions

Ces investigations complémentaires réalisées dans le secteur Est, en direction de Pastré, mettent en évidence que les teneurs en ETM, et particulièrement en Arsenic et en Plomb, dans les sols de surface sont très majoritairement inférieures aux valeurs de bruit de fond retenues (avec des valeurs moyennes n'excédant pas pour le plomb et l'arsenic respectivement 111 et 12 mg/kg MS). De plus, il apparait que ces mêmes anomalies sont localisées au niveau des points de topographies hautes. Une accumulation de retombées de poussières semble donc préférentiellement avoir eu lieu historiquement (pendant les activités de fonderie), au niveau des points les plus hauts sous les vents dominants de secteur Sud-Ouest. Enfin, comme le met en évidence la figure ci-dessus, sur les emprises du Parc national des Calanques, les points les plus hauts topographiquement sont majoritairement à usage de randonnées GR.

10.10.3 Comparaison avec les données des autres études réalisées sur le secteur de l'Escalette

Les résultats obtenus peuvent être mis en perspective avec ceux issus des études antérieures ou en cours réalisées sur le secteur de l'Escalette.

- **Données présentées par l'ADEME dans le Comité Technique SSP du 10/05/2011**

Les gammes de valeurs de teneurs en plomb et en arsenic issues des études antérieures relatives à la présence de résidus de fonderie dans le secteur de l'Escalette, reprises dans le Comité Technique Sites et Sols Pollués de l'ADEME du 10 mai 2011, sont les suivantes :

Zone	Gamme de valeurs observées (mg/kg MS)
Sols de surface Escalette – secteur habité	Pb : 140 à 1 859 As : < seuil à 92
Sols de surface Escalette – ancienne usine	Pb : 4 000 à 26 000 As : < seuil à 1 929
Sols (30 cm) Escalette - secteur habité	Pb : 2 725 à 4 725 As : < seuil à 280
Sols (30 cm) Escalette - ancienne usine	Pb : 1 605 à 98 000 As : 122 à 1 836

Les résultats des analyses réalisées chez les riverains dans le cadre de la présente étude sont les suivants :

Zone	Gamme de valeurs observées (mg/kg MS)
Sols de surface riverains	Pb : 14 à 910* As : 3,9 à 108*
Sols de sub-surface riverains	Pb : 10 à 818 As : 4 à 56

* Teneurs maximales ne prenant pas en compte l'échantillon S5Z45TM1 (0-0,05) présentant des teneurs extrêmes (pour S5Z45TM1 surtout), fortement influencé par l'Escalette d'après les résultats des isotopies (cf paragraphe 10.7)

Ces résultats montrent des teneurs en plomb dans les sols de surface 10 fois plus faibles chez les riverains autour du secteur du Site de la Madrague que dans le secteur habité Escalette.

Les teneurs en arsenic dans les sols de surface sont similaires pour les 2 zones. Pour les sols de sub-surface, les teneurs en arsenic et plomb sont respectivement 30 fois et 6 à 30 fois plus élevées sur le secteur Escalette que sur le secteur du Site de la Madrague.

Ces résultats sont cohérents avec les données historiques qui mettent en évidence que :

- Le procédé employé sur le site à l'étude durant les quelques années d'activité au plomb (1875-1883) présentait une meilleure performance et des taux de pertes en ETM limités par rapport aux process utilisés précédemment dans les usines de plomb des Calanques et particulièrement à l'Escalette.
- Le dispositif de condensation et d'évacuation des fumées utilisé sur le site à l'étude (condensateur muni de véritables chambres de condensation, cheminée rampante de 800 m) présentait également une meilleure performance que ceux utilisés dans l'usine de l'Escalette (simples conduits, longueur relativement peu importante, cheminée verticale de faible hauteur).

Rappelons que pendant la période d'activité de production d'acide sulfurique (à partir de pyrite) qui a duré sur une période de 70 ans environ, les fumées étaient prises en charge par le système de condensation et d'évacuation ; elles étaient caractérisées par une signature intégrant également le Cu et le Zn. Cette signature a été identifiée à proximité directe de la cheminée verticale haute (exutoire du système de condensation des fumées) avec pour origine une retombée de poussières, ainsi que dans des sols en nature de remblais selon les indices de terrain et les résultats des analyses des sols de surface et de subsurface.

- **Données issues de la thèse de M-C. Affholder**

Dans le cadre des travaux de thèse de Marie-Cécile Affholder, des prélèvements de sol ont été réalisés au niveau de 7 sites choisis le long d'un transect : G0 sur le site de l'usine de l'Escalette (au niveau de la sortie de la cheminée rampante en ruine), G1, G2, G3, dans le vallon de la Garenne ; puis G4 et G5 dans le vallon de la Mounine et enfin G6 situé à Sormiou (site considéré comme peu contaminé d'après les données issues du projet MARSECO).

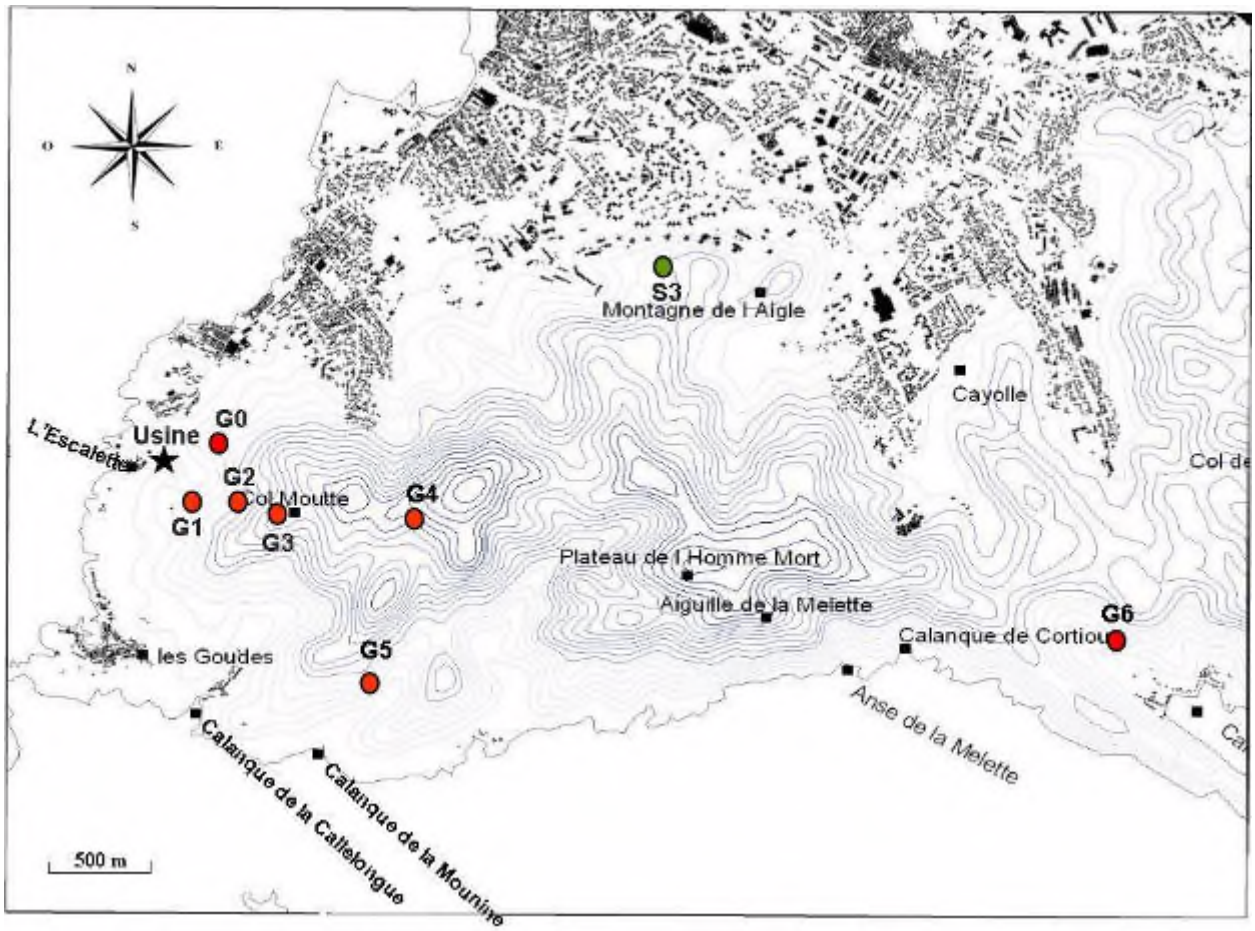


Figure 70 : Localisation des sites de prélèvements dans le cadre des travaux de thèse de M-C. Affholder

Des prélèvements de sols ont été réalisés sur les 15 premiers centimètres au droit de chacun des sites (5 échantillons prélevés sur chaque site sur une zone de 100 m².

Les résultats des analyses réalisées sur ces échantillons sont présentés dans le tableau suivant extrait de la thèse.

Tableau 25 : Concentrations pseudo-totales en ETM mesurées dans le cadre de la thèse de M-C Affholder

Sites		Eléments						
		As	Cu	Fe	Mn	Pb	Sb	Zn
G0	min	461	27,3	17107	515	4492	133	1278
	moy	1134±935	31,6±5,4	20640±2629	550±44	9210±6193	319±256	2723±1874
	max	2738	39,4	24070	610	19646	759	5843
G1	min	116	20,4	17078	556	858	37,6	328
	moy	306±156	39,5±16,1	24073±4293	660±97	3031±1835	112±61	1017±540
	max	517	60,9	28285	795	5437	190	1669
G2	min	379	34,4	21071	668	4163	118	974
	moy	949±543	39,6±4,6	23670±1596	723±51	8940±4475	284±158	2821±1802
	max	1560	60,9	28285	795	19646	759	5843
G3	min	89,1	15,4	19330	494	593	23,3	231
	moy	390±503	27,7±14,5	20513±1608	540±68	3445±4367	119±159	1523±2182
	max	1277	52,9	23339	660	11110	400	5397
G4	min	20,3	15,4	11848	426	593	9,1	231
	moy	53,1±37	33,1±7,0	15852±7226	525±243	605±250	10,5±4,2	295±87
	max	116	42,3	27080	885	896	15,4	382
G5	min	33,4	21,6	13244	362	278	8,1	186
	moy	53,3±14,2	32,8±11,2	21329±6546	559±152	480±247	9,6±2,8	293±115
	max	72,1	49,1	29993	749	867	14,5	473
G6	min	34,5	12,9	12682	355	37,4	1,7	70,1
	moy	48,1±9,9	17,0±2,8	21357±5505	490±87	62,0±15,0	4,0±3,1	100±18
	max	56,5	20,2	26987	574	73,0	9,4	119

Les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude dans les sols chez les riverains du Site de la Madrague et dans les calanques (échantillons « TM », « transect » et « chasse ») sont rappelés dans le tableau suivant :

Zone		Gamme de valeurs observées (mg/kg MS)			
		As	Cu	Pb	Zn
Sols de surface riverains *	Min	3,9	7,6	14,1	35,2
	Moy	13,4	65,1	165,6	300,5
	max	108	411	908	1360
Sols de subsurface riverains	Min	4,0	7,8	10,7	32,3
	Moy	16,0	64,1	218,8	287,1
	max	56,4	482,0	818,0	921,0
Sols calanque « TM », « TR » et « chasse »	Min	8,9	5,0	21,4	31,3
	Moy	135,5	28,5	2 503,4	315,8
	max	1 070,0	63,4	24 300,0	2 290,0

* Teneurs maximales ne prenant pas en compte les échantillons S5Z45TM1 (0-0,05) et S6Z77TM1 (0-0,05) présentant des teneurs extrêmes (pour S5Z45TM1 surtout), dont l'origine est majoritairement liée à l'Escalette d'après les résultats des isotopies (cf paragraphe 10.7)

La comparaison des teneurs en Arsenic, Cuivre, Plomb et Zinc obtenus dans le cadre de la présente étude avec ceux issus de la thèse de M-C Affholder montre :

- Des teneurs plus faibles dans les sols de surface et de sub-surface des jardins des riverains du Site de la Madrague à l'étude que dans les calanques au niveau des points G0 à G5 (G5 étant localisé à plus de 1km de l'Escalette),
- Des teneurs plus élevées dans les sols de surface et de sub-surface des jardins des riverains du Site de la Madrague à l'étude que dans les sols du point G6 (localisé à près de 4 km à l'Est de l'Escalette) considéré comme non contaminé d'après les données de l'étude MARSECO,
- des teneurs dans les calanques à proximité du Site de la Madrague (échantillons « TR », « TM » et « chasse ») plus faibles que dans le secteur proche Escalette (points G0 à G3), mais plus élevées que pour les points G4 et G5 (plus éloignées de l'usine Escalette) pour l'arsenic et le plomb. Les teneurs en cuivre et zinc sont similaires entre les points G4 et G5 et les prélèvements réalisés dans les calanques à proximité du Site de la Madrague.
- des teneurs dans les calanques à proximité du Site de la Madrague (échantillons « TR », « TM » et « chasse ») plus élevées que dans les sols du point G6 considéré comme non contaminé d'après les données de l'étude MARSECO.

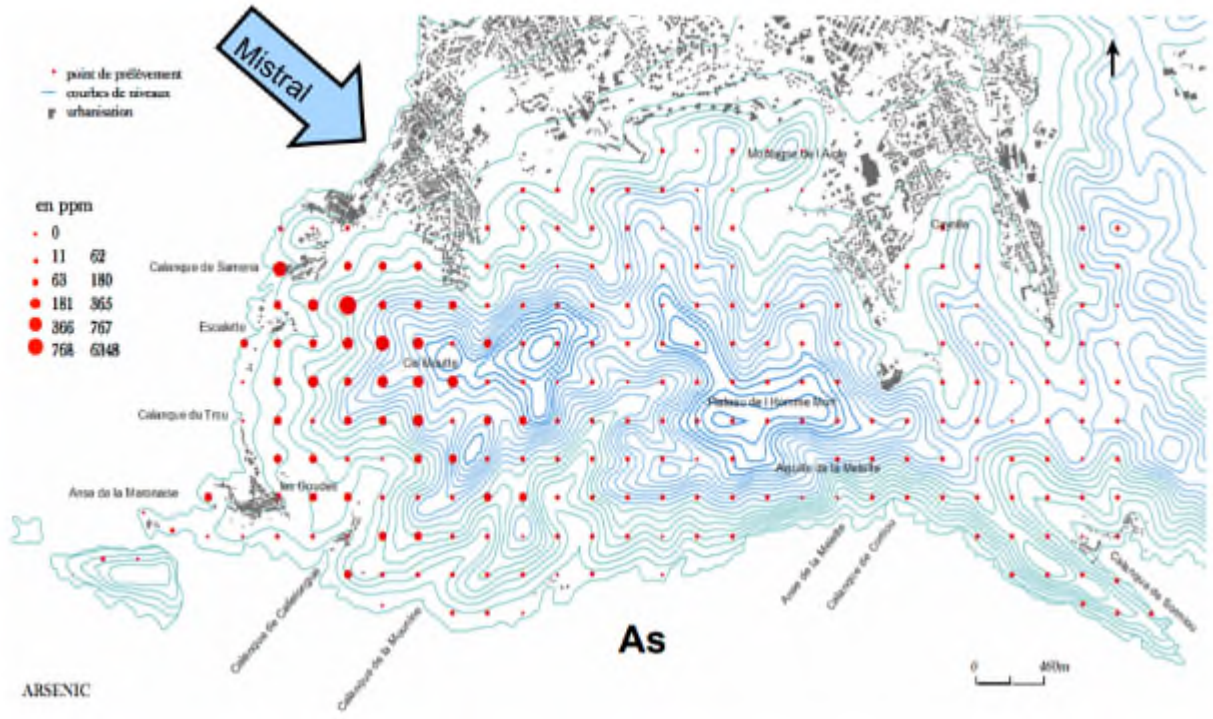
Ces résultats montrent que **l'usine du Site de la Madrague a impacté plus faiblement les sols des calanques que l'usine Escalette**.

L'impact de la cheminée du Site de la Madrague est également plus limité géographiquement que pour la cheminée Escalette : les analyses réalisées ont montré que la cheminée verticale du Site de la Madrague a impacté les sols dans un rayon de l'ordre de 200 m autour de l'axe de la cheminée, tandis que les sols sont fortement impactés jusqu'à 500 m de la sortie de la cheminée rampante Escalette (distance entre les points G0 et G3).

Comme indiqué précédemment, ces résultats sont cohérents avec les données historiques qui mettent en évidence que le procédé employé sur le Site de la Madrague et le dispositif de condensation et d'évacuation des fumées étaient plus performants et donc moins polluants que ceux employés sur le site de l'usine de l'Escalette.

- **Données du programme MARSECO**

Les résultats présentés dans le cadre du programme MARSECO sont repris dans les figures suivantes :



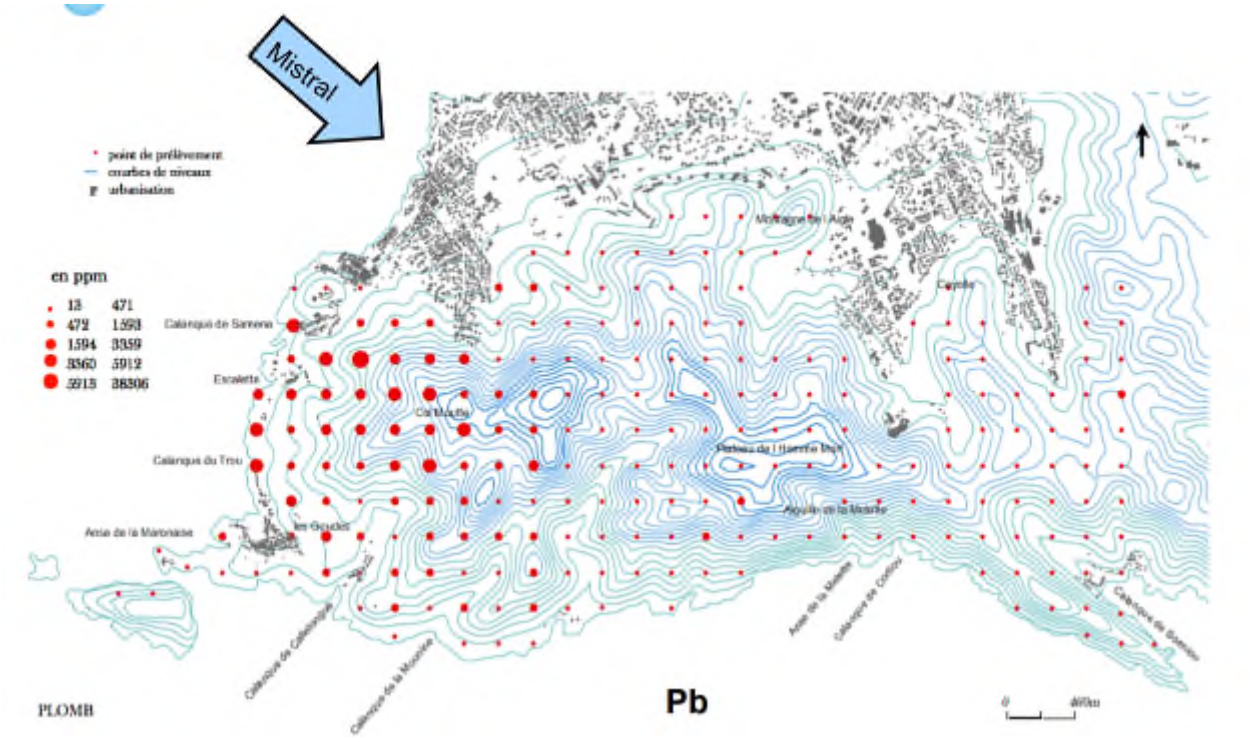


Figure 71 : cartographies des teneurs en arsenic et en plomb issues du programme MARSECO

L'interprétation des données collectées dans le cadre du programme MARSECO a conduit les chercheurs à conclure au fait que la réutilisation des scories issues des usines (Escalette) sur le littoral entraine une contamination des sols en Cuivre, Plomb et Zinc, tandis que le transport des fumées par le vent et les dépôts de particules engendrent une contamination en Arsenic, Plomb et Zinc.

- **Données issues de l'étude AVP de l'ADEME en cours**

Enfin, dans le cadre des études de conception des travaux de mise en sécurité des calanques polluées situées entre SAMENA et CALLELONGUE réalisées par l'ADEME, des mesures des concentrations en métaux ont été réalisées sur les dépôts de scories à l'aide d'un NITON. Cette étude AVP n'a pas été finalisée et publiée par l'ADEME au stade de l'établissement du présent rapport, mais Mme Caroline REGNAUT (Chef de Projet en charge du dossier) nous a communiqué par mail en date du 18/04/18 les résultats obtenus, qui sont repris ci-dessous :



Source : https://www.geoportail.gouv.fr

Figure 72 : Carte de localisation des dépôts de scories investigués dans le cadre de l'étude ADEME en cours

Concentrations moyennes en ppm sur les sols

Métaux	DCa2	DCa3	DCa4	DGO3	DGO4	DTr	Dsa	CMPa
As	733	732	1279	-	750	1089	37	597
Hg	68	-	-	-	-	-	31	116
U	127	133	719	-	35	-	29	-
Ni	1943	-	-	-	-	-	154	120
Zn	637	2423	5227	58	106	4053	85	338
Rb	342	61	65	22	19	85	34	58
Sr	276	101	260	292	181	922	722	194
Pb	3829	3108	2526	269	281	13334	128	1058
Th	424	209	131	22	104	166	-	30
Co	-	-	-	-	1940	-	-	-
Cu	-	-	-	-	118	729	53	98
Zr	-	-	-	-	19	186	87	169
Mn	-	-	-	-	168	540	358	605
Mo	-	-	-	-	-	-	19	30
Se	-	-	-	-	-	-	16	19
Degré de pollution	3	3	3	1	2	3	2	2

Degré de pollution	
1	moyen
2	fort
3	très fort

Tableau 26 : Résultats des meures NITON réalisées sur les dépôts de scories dans le cadre de l'étude ADEME en cours

A noter qu'aucune donnée relative au cadmium n'a été fournie.

Les teneurs obtenues au niveau des sources du Site de la Madrague sont reprises ici, en comparaison avec les données ci-dessus relatives aux dépôts littoraux :

Composé	Source Site de la Madrague (crassier parcelle B*)			Dépôts de scories sur littoral		
	min	max	Moyenne	min	max	moyenne
As	12	386	122	37	1279	745
Cu	37	511	197	53	729	249
Pb	90	3060	1098	128	13334	3066
Zn	100	640	379	58	5227	1616

* teneurs calculées sans prendre en compte les résultats obtenus en profondeur (au-delà de 8 m pour le sondage IEM1 réalisé en partie ouest) qui ne peuvent être à l'origine de transfert vers les riverains. A défaut de résultats spécifiques aux sols de surface, les résultats relatifs aux 8 premiers mètres, qui présentent une certaine homogénéité, ont été pris en compte

Ces données montrent que **les teneurs mesurées sur les dépôts de scories présents le long du littoral sont plus élevées que celles mises en évidence sur le crassier de la parcelle B** à l'étude. Ces dépôts sont donc susceptibles de participer davantage que le crassier à une contamination de l'environnement.

Par ailleurs, le front de dépôt sur la parcelle B est très exposé au vent, mais les dépôts de matériaux impactés sur le littoral sont localisés dans des secteurs également à proximité des plages, accessibles aux populations (cf figure 63) et selon les secteurs, également très exposés aux vents. Il semble que les fréquentations et expositions soient, sur la base des éléments collectés dans le cadre de cette étude, très comparables.

11. CARACTÉRISATION DES MILIEUX EAUX SUPERFICIELLES SUR SITE ET SÉDIMENTS ASSOCIÉS

Au regard des teneurs importantes en ETMM, mises en évidence dans le Parc des calanques, notamment au pied de la cheminée verticale et dans la partie haute du Site de la Madrague, ce secteur peut être à l'origine de transferts ultérieurs de métaux dans l'environnement.

Le principal phénomène à l'origine d'un risque de transfert identifié est le transfert par ruissellement ou infiltration d'eaux de pluie.

Le risque de transfert lié à l'infiltration et au ruissellement concerne également le site à l'étude en lui-même (parcelles A, B et C). On rappelle en effet que les terrains à l'étude sont en partie non imperméabilisés ; l'infiltration dans les sols est donc prépondérante sur les secteurs concernés.

Conformément aux observations de terrain détaillées au paragraphe 3.6, le canal de Marseille et les bassins sur site sont étanches et présentent des enceintes bétonnées qui limitent les transferts entre les milieux.

L'entrée d'eau de ruissellement dans le canal semble très limitée.

Aucune entrée et sortie d'eau dans les bassins n'est visible aujourd'hui.

Des prélèvements dans les eaux et dans les sédiments des différents ouvrages ont été réalisés afin de vérifier la présence de transfert entre ces ouvrages et les milieux. Le schéma d'implantation des prélèvements est présenté en **annexe A6.1**. Les teneurs mesurées ont été comparées aux seuils de référence présentés dans le paragraphe 12.3.

En l'absence d'usage répertorié la caractérisation des sédiments et de l'eau du canal n'a été réalisée qu'à titre sécuritaire pour évaluer les transferts actuels vers l'exutoire marin.

11.1 Investigations sur les eaux contenues dans les ouvrages

Des prélèvements d'eau ont été réalisés le 12 avril 2018 dans les deux bassins ainsi que dans le canal de Marseille en entrée de site, en intermédiaire au niveau de l'écluse et en sortie de site.

Les prélèvements d'eau ont été réalisés de manière unitaire et ponctuelle au moyen d'une perche télescopique équipée d'un récipient en PEHD depuis la rive. Celui-ci est préalablement rincé plusieurs fois avec les eaux superficielles avant le prélèvement pour analyses. La technique consiste à introduire le flacon dans l'eau, ouverture vers le bas afin d'éviter de prélever les eaux en surface. Une fois la profondeur de prélèvement atteinte, dans le cas du canal à 10 cm de profondeur, le flacon est retourné de manière à amener l'ouverture vers le haut pour permettre le remplissage. Cette opération se fait très lentement de manière à éviter au maximum les phénomènes de bullage, responsables du dégazage des composés les plus volatils.

Les flacons spécifiques destinés aux analyses, fournis par le laboratoire, sont remplis sur la berge.

Les eaux prélevées dans ces ouvrages étaient limpides et peu chargée. Les fiches descriptives des prélèvements réalisés sont présentées en **annexes A6.2**.

Le tableau page suivante présente les résultats analytiques obtenus sur les eaux prélevées.

Il apparait que les composés organiques (HCT, HAP, PCB, BTEX) et les métaux lourds ne sont pas quantifiés dans les 5 prélèvements réalisés. La quantification de naphtalène en sortie du canal de Marseille est négligeable (0.02 µg/L pour une LD de 0.01 µg/L).

Par ailleurs, les 8ETM sont systématiquement non détectés, à l'instar des cyanures libres et totaux.

L'antimoine, le baryum et le sélénium sont quantifiés dans des teneurs du même ordre de grandeur sur les 5 points de prélèvement.

Ces données analytiques témoignent de **l'absence d'impact du site sur les eaux des ouvrages investigués : canal de Marseille, bassin bas et bassin haut.**

					18E038107-001	18E038107-002	18E038107-003	18E038107-005	18E038107-008
Paramètres		Unités	arrêté du 11/01/2007		**Bassin haut**	**Bassin bas**	**Canal de Marseille Entrée**	**Canal de Marseille Intermédiaire 1**	**Canal de Marseille Sortie**
			ann.1 (*)	ann. 2 (*)	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018
Mesures physico-	Matières en suspension	mg/l	-	-	5,10	*<4,10*	*<3,90*	5,10	5,30
Métaux Lourds dissous	Arsenic	mg/l	0,01	0,1	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Cadmium		0,005	0,005	*<0,005*	*<0,005*	*<0,005*	*<0,005*	*<0,005*
	Chrome		0,05	0,05	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Cuivre		2	-	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Nickel		0,02	-	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Plomb		0,01	0,05	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Zinc		-	5	*<0,02*	*<0,02*	*<0,02*	*<0,02*	*<0,02*
	Mercure	µg/l	1	1	*<0,20*	*<0,20*	*<0,20*	*<0,20*	*<0,20*
Autres paramètres	Antimoine (Sb)	µg/l	5	-	0,29	0,36	0,37	0,36	0,35
	Baryum (Ba)		700	1000	30,10	10,60	37,10	37,20	35,60
	Molybdène (Mo)		-	-	0,51	0,30	0,63	0,61	0,55
	Sélénium (Se)		10	10	*<0,50*	*<0,50*	*<0,50*	*<0,50*	*<0,50*
	Cyanures aisément libérables	µg/l	50	50	*<10,00*	*<10,00*	*<10,00*	*<10,00*	*<10,00*
	Cyanures totaux	µg/l	50	50	*<10,00*	*<10,00*	*<10,00*	*<10,00*	*<10,00*
Hydrocarbures Totaux (HCT)	Indice Hydrocarbures C10-C40	mg/l	-	1	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*	*<0,03*
	fraction C10 - nC16		-	-	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	fraction C16 - C22				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	fraction C22 - C30				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	fraction C30 - C40				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sur eaux brutes non filtrées	Naphtalène	µg/l	-	-	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	0,02
	Acénaphthylène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Acénaphtène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Fluorène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Anthracène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Fluoranthène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Pyrène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Benzo(a)anthracène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Chrysène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Benzo(b)fluoranthène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Benzo(k)fluoranthène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Benzo(a)pyrène		0,01		*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Dibenzo(ah)anthracène		-		*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Phénanthrène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Benzo(ghi)Pérylène				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	Somme des 16 HAP				*<0,16*	*<0,16*	*<0,16*	*<0,16*	0,02-x-0,168
	somme des 4 HAP		0,1		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
	Somme des 6 HAP		-	1	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
PCB (7congénères)	PCB 28	µg/l	-	-	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB 52				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB 101				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB 118				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB 138				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB 153				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	PCB 180				*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*	*<0,01*
	SOMME PCB (7)				*<0,07*	*<0,07*	*<0,07*	*<0,07*	*<0,07*
BTEX	Benzène	µg/l	1	-	*<0,50*	*<0,50*	*<0,50*	*<0,50*	*<0,50*
	Toluène		-	-	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*
	Ethylbenzène				*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*
	o-Xylène				*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*
	Xylène (méta-, para-)				*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*	*<1,00*

dépassement des valeurs de l'**annexe 1** ou de l'**annexe 2** de l'arrêté du 11/01/2007

* : comparaison à titre indicatif, dans la mesure où ces seuils correspondent aux eaux directement destinées à la consommation humaine; les seuils de l'annexe II (eaux brutes destinées à la consommatino humaine) sont prioritaires lorsqu'ils existent

nd : non détecté

< : valeur inférieure au seuil de détection du laboratoire

(*) Benzo(b)fluoranthène / Benzo(k)fluoranthène / Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene / Benzo(ghi)Pérylène

(**) Benzo(b)fluoranthène / Benzo(k)fluoranthène / Indeno-(1,2,3-cd)-Pyrene / Benzo(ghi)Pérylène / Fluoranthène / Benzo(a)pyrène

11.2 Investigations sur les sédiments contenus dans les ouvrages

Des prélèvements de sédiments ont été réalisés le 12 et le 20 avril 2018 ainsi que le 3 mai dans le bassin du bas, le bassin du haut ainsi que dans le canal de Marseille en entrée de site et en intermédiaire au niveau de l'écluse.
Le prélèvement de sédiment en aval du canal sur la partie accessible ne s'est pas révélé possible au regard du débit important et de l'absence de dépôt de sédiment.

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés de manière unitaire et ponctuelle depuis la berge au moyen d'une drague manuelle, par raclage en fond du canal ou du bassin. Les échantillons élémentaires de sédiments sont ramenés sur la rive pour remplir le flaconnage spécifique fourni par le laboratoire.
Les sédiments prélevés dans ces ouvrages étaient vaseux et grisâtres, sombres avec une forte odeur de matière organique en décomposition. Les fiches descriptives des prélèvements réalisés sont présentées en **annexes A6.3**.

Le tableau suivant présente les résultats analytiques obtenus sur les 5 prélèvements de sédiments réalisés.

Les sédiments du canal de Marseille mettent en évidence les points suivants :
- La faible présence d'arsenic, de cadmium, de chrome, de cuivre, de molybdène, de nickel de plomb et de zinc avec des teneurs plus importantes en entrée de site qu'en intermédiaire. Ceci témoigne de l'absence d'impact du site sur ce milieu.
- La faible présence de baryum et de mercure plus marquée en intermédiaire qu'en entrée de site.

Les sédiments prélevés dans le bassin bas en deux points diamétralement opposé dans l'ouvrage (N-O et S-E) ont mis en évidence :
- L'absence de quantification en arsenic et en cadmium. Ceci témoigne de l'absence d'impact du site sur ce milieu.
- La présence très modérée de chrome, de cuivre, de nickel, de plomb, de zinc et de mercure.

Les sédiments prélevés dans le bassin haut dans l'angle nord de l'ouvrage ont mis en évidence :
- La faible présence d'arsenic, de cadmium, de chrome, de cuivre, de nickel de plomb, de zinc et de mercure. Ceci témoigne de l'absence d'impact du site sur ce milieu.
- Les teneurs quantifiées sont du même ordre de grandeur que celles observées dans le canal de Marseille en intermédiaire 1.

Paramètres (en mg/kg MS)	Référence EUROFINS :	**Arrêté du 09 août 2006**		18E038107-004	18E038107-006	18E041545-002	18E041545-003	18E046448-001
	Date prélèvement :			12/04/2018	12/04/2018	20/04/2018	20/04/2018	03/05/2018
	Référence Client :	Tableau II. Niveaux relatifs aux éléments traces (mg/kg MS).		**Canal de Marseille Entrée - SED**	**Canal de Marseille Intermédiaire 1 - SED**	**Sédiments bassin bas 1**	**Sédiments bassin bas 2**	**Sédiment bassin haut**
	LQ	**N1**	**N2**					
Refus pondéral à 2 mm (en % P.B.)	1		-	38,40	4,91	8,97	10,40	7,25
Antimoine (Sb)	1		-	*<1,00*	*<1,00*	n.a.	n.a.	n.a.
Arsenic (As)	1	**25**	**50**	6,72	2,80	*<1,03*	*<1,00*	3,66
Baryum (Ba)	1		-	81,50	329,00	n.a.	n.a.	n.a.
Cadmium (Cd)	0,4	**1,2**	**2,4**	0,84	*<0,40*	*<0,41*	*<0,40*	0,41
Chrome (Cr)	5	**90**	**180**	72,10	10,50	8,23	*<5,00*	10,50
Cuivre (Cu)	5	**45**	**90**	51,30	26,00	23,00	10,10	26,00
Molybdène (Mo)	1		-	1,23	*<1,00*	n.a.	n.a.	n.a.
Nickel (Ni)	1	**37**	**74**	32,50	12,30	11,40	5,14	15,60
Plomb (Pb)	5	**100**	**200**	48,40	47,60	31,00	21,00	42,80
Sélénium (Se)	5		-	*<5,00*	*<5,00*	n.a.	n.a.	n.a.
Zinc (Zn)	5	**276**	**552**	110,00	105,00	69,70	46,60	103,00
Mercure (Hg)	0,1	**0,4**	**0,8**	0,17	0,25	0,10	0,11	0,22

Ainsi, les résultats mettent en évidence **l'absence d'impact du site sur la qualité des sédiments dans le canal de Marseille et dans le bassin bas et haut**.

12. CARACTÉRISATION DU MILIEU MARIN

12.1 Investigations mises en œuvre

Sur la base de l'étude INVS et des informations collectées sur le secteur nous avons sélectionné 6 stations de prélèvement des sédiments et de l'eau de mer réparties entre la Pointe Rouge et Les Goudes qui sont présentées dans la figure ci-dessous :

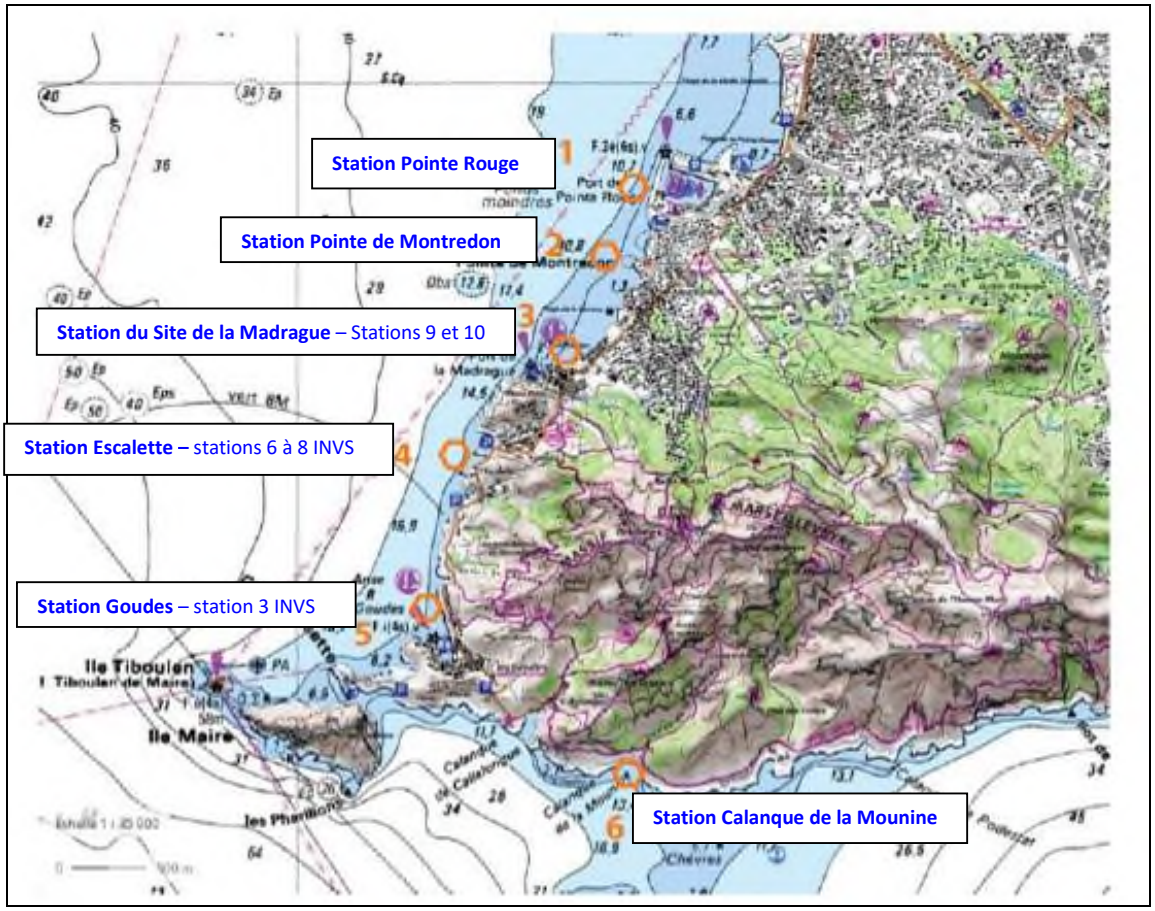


Figure 73 – Localisation des stations de prélèvements eau de mer, sédiments et oursins

La situation des points de prélèvement est la suivante :

- Station 1 : Port de la Pointe Rouge, à proximité de la digue, côté large
- Station 2 : au large de la Pointe de Montredon
- Station 3 : côte au nord du port de la Madrague, au niveau du crassier (parcelle B)
- Station 4 : secteur de l'Escalette
- Station 5 : Anse des Goudes
- Station 6 : Calanque de la Mounine, comme station témoin car située sur un secteur à priori hors des influences des anciens sites industriels du secteur de Montredon/La Madrague.

Les photographies ci-dessous présentent une vue de chaque station :



Station 1 – Port de la Pointe Rouge



Station 2 : Pointe de Montredon



Station 3 : secteur port de la Madrague



Station 4 : secteur de l'Escalette



Station 5 : Anse des Goudes



Station 6 : Calanque de la Mounine

Les prélèvements d'eau de mer, de sédiments et d'oursins ont été réalisés par le bureau d'études MORANCY CONSEIL, spécialisé dans ce type d'intervention, au cours de la semaine 46 (mi-novembre 2017), selon les protocoles détaillés ci-après.

12.1.1 Eau de mer

Les échantillons d'eau de mer ont été prélevés à partir d'une embarcation. Deux points de prélèvements ont été effectués sur chaque station :

- un prélèvement à proximité de la côte (20 à 50 m)
- un prélèvement plus au large (200 à 250 m de la côte).

Les échantillons ont été prélevés sous la surface, à -1m de profondeur. Compte tenu de la faible profondeur d'eau sur les stations considérées (5 à 15 m), les masses d'eau restent relativement homogènes d'un point de vue chimique. Aucune variation de la qualité de l'eau au sein de la colonne d'eau n'est à attendre.

12.1.2 Sédiments

Pour répondre aux spécificités de cette étude, des prélèvements par des carottages ont été réalisés par plongeurs. Cette méthode est en effet plus pertinente, dans le cas d'analyses chimiques de sédiments, que des techniques de prélèvement par bennes à sédiments, où lors de la remontée, il y a toujours une partie des sédiments les plus fins qui est lessivée. Or, c'est cette partie la plus fine des sédiments qui fixe le plus les polluants. Les résultats obtenus avec une benne à sédiments peuvent ainsi être biaisés.

Afin d'obtenir des résultats le plus représentatifs de la situation, 3 carottages ont été réalisés sur chaque station, dans un rayon de 10 m. L'échantillon prélevé par le plongeur est hermétiquement fermé au fond lors du prélèvement, il peut ensuite être manipulé sans risque de lessivage, au cours de la remontée. Les 3 échantillons prélevés sur la station sont ensuite mélangés une fois remontés en surface, pour constituer le prélèvement de la station.

Ces prélèvements ont été effectués à environ 10 m de profondeur :

Station de prélèvement	Profondeur du prélèvement
Station 1 : Port de la Pointe Rouge	9 m
Station 2 : au large de la Pointe de Montredon	8 m
Station 3 : secteur port de la Madrague	7 m
Station 4 : secteur de l'Escalette	14 m
Station 5 : Anse des Goudes	7 m
Station 6 : Calanque de la Mounine	8 m

12.1.3 Matière vivante

L'analyse de la matière vivante était prévue sur 2 types d'organismes :

- Sur des prélèvements d'oursins,
- Sur des tissus de moules.

Cependant, comme supposé au lancement de l'étude, les moules étaient absentes ou présentes en nombre insuffisant sur le secteur pour que des prélèvements puissent être réalisés.

Une alternative au manque de matériel autochtone est la mise en œuvre du protocole RINBIO qui a été employé justement sur le secteur dans le cadre de l'étude INVS. Toutefois, le protocole RINBIO, mis en œuvre par l'INVS pour les moules nécessite une immersion pendant la période de repos sexuel qui débute chez Mytilus galloprovincialis début avril et se termine fin août), pendant une durée d'immersion (pour atteindre un pseudo équilibre avec le milieu) d'environ 3 mois. La mise en œuvre de ce protocole n'était donc pas compatible avec le planning de la présente étude.

Les prélèvements de faune marine ont donc été limités aux oursins.

Les oursins ont été prélevés sur les fonds rocheux de chaque station par des plongeurs, entre -11 et -5 m de profondeur. Deux grands sacs d'oursins ont été prélevés sur chaque station afin d'obtenir au moins les 100 g de chair nécessaires aux analyses.

Une fois remonté sur le bateau, les oursins ont été ouverts et toute la matière vivante a été conditionnée dans les bocaux envoyés par le laboratoire EUROFINS.

Le compte-rendu d'intervention établi par le bureau d'études MORANCY CONSEIL est fourni en **annexe A7.1** du présent rapport.

12.2 Programme analytique mis en œuvre

Les analyses chimiques ont été confiées sous 24 heures au Laboratoire EUROFINS possédant une accréditation du COFRAC.

Il est à noter que le Laboratoire EUROFINS, dans le cadre de sa démarche qualité (accréditation COFRAC), nous fournit directement le flaconnage.

Les analyses suivantes ont été effectuées pour tous les échantillons prélevés :

- analyses des 8 métaux lourds (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb, zinc et mercure), correspondant pour certains (arsenic, cadmium, plomb, zinc) aux principaux traceurs des activités historiques du site LEGER MANTE. D'autres métaux ont été recherchés sur la matière vivante (aluminium, argent, fer, manganèse et vanadium).
- analyse des composés anthropiques les plus fréquemment retrouvés, dont certains (hydrocarbures) peuvent être associés à des sources potentielles de pollution mises en évidence par l'étude historique : HCT, HAP, BTEX, cyanures, PCB. Ces analyses n'ont été réalisées que pour l'eau de mer et les sédiments.

12.3 Critères d'interprétation des résultats

Conformément aux textes méthodologies d'avril 2017, les résultats obtenus ont été comparés aux valeurs de gestion disponibles.

12.3.1 Eau de mer

En ce qui concerne l'eau de mer, à défaut de valeurs relatives aux composés recherchés pour définir la qualité des eaux de baignade, les teneurs mesurées ont été comparées aux normes de qualité environnementales (NQE) listées dans l'arrêté du 25 janvier 2010 (modifié par l'arrêté du 27 juillet 2015 et par l'arrêté du 28 juin 2016).

En complément, et à titre informatif, les résultats ont également été comparés aux critères de potabilité et de potabilisation des eaux souterraines ou de surface, utilisés comme valeurs de référence afin de préserver la ressource en eau pour un éventuel usage pour l'alimentation en eau potable.
Ces valeurs de référence sont issues des annexes I, II et III de l'Arrêté du 11 janvier 2007 (JO du 6 février 2007), relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.

Les valeurs de référence des annexes II ou III sont privilégiées (seuils de potabilisation), mais lorsqu'aucun seuil n'est fixé par ces annexes, les seuils de l'annexe I (seuils de potabilité) sont utilisés comme élément de comparaison.

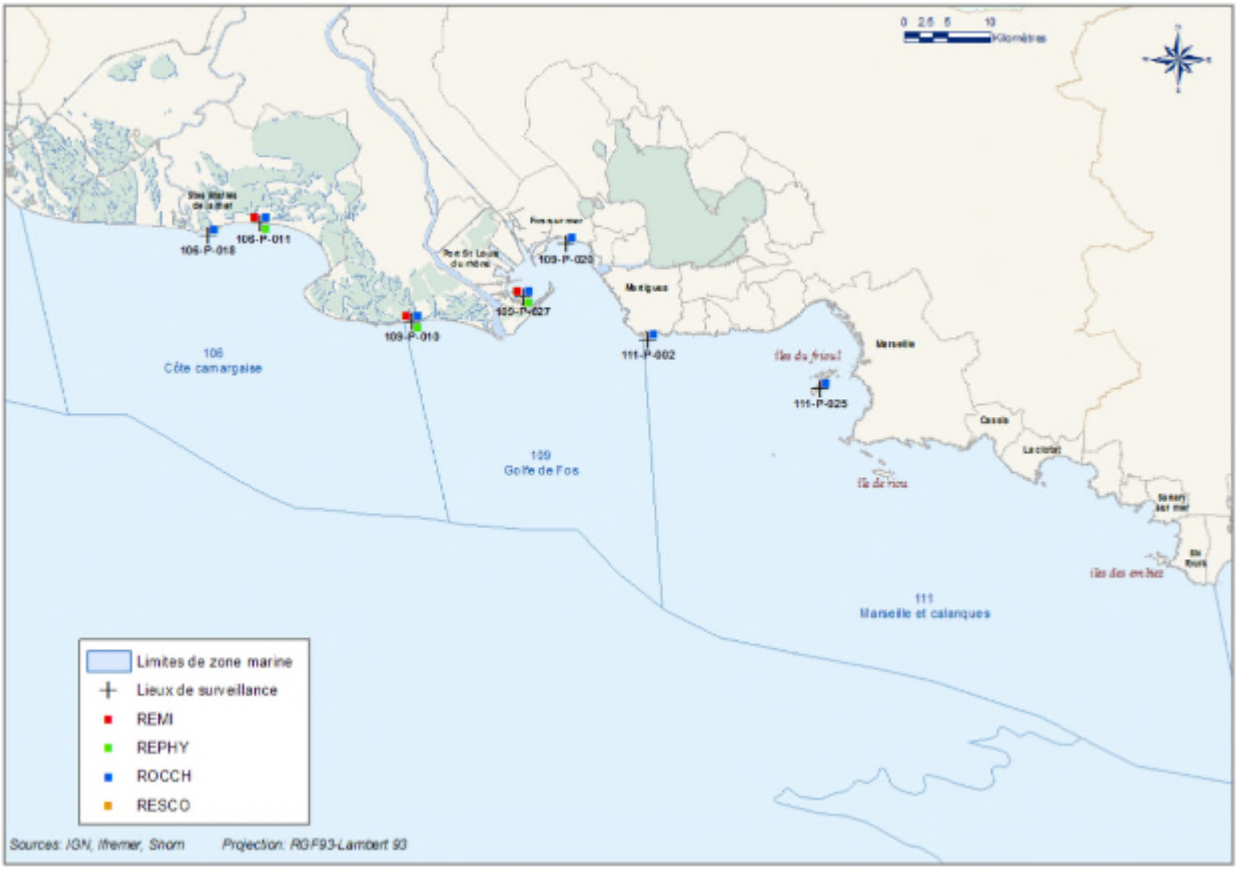
12.3.2 Matière vivante

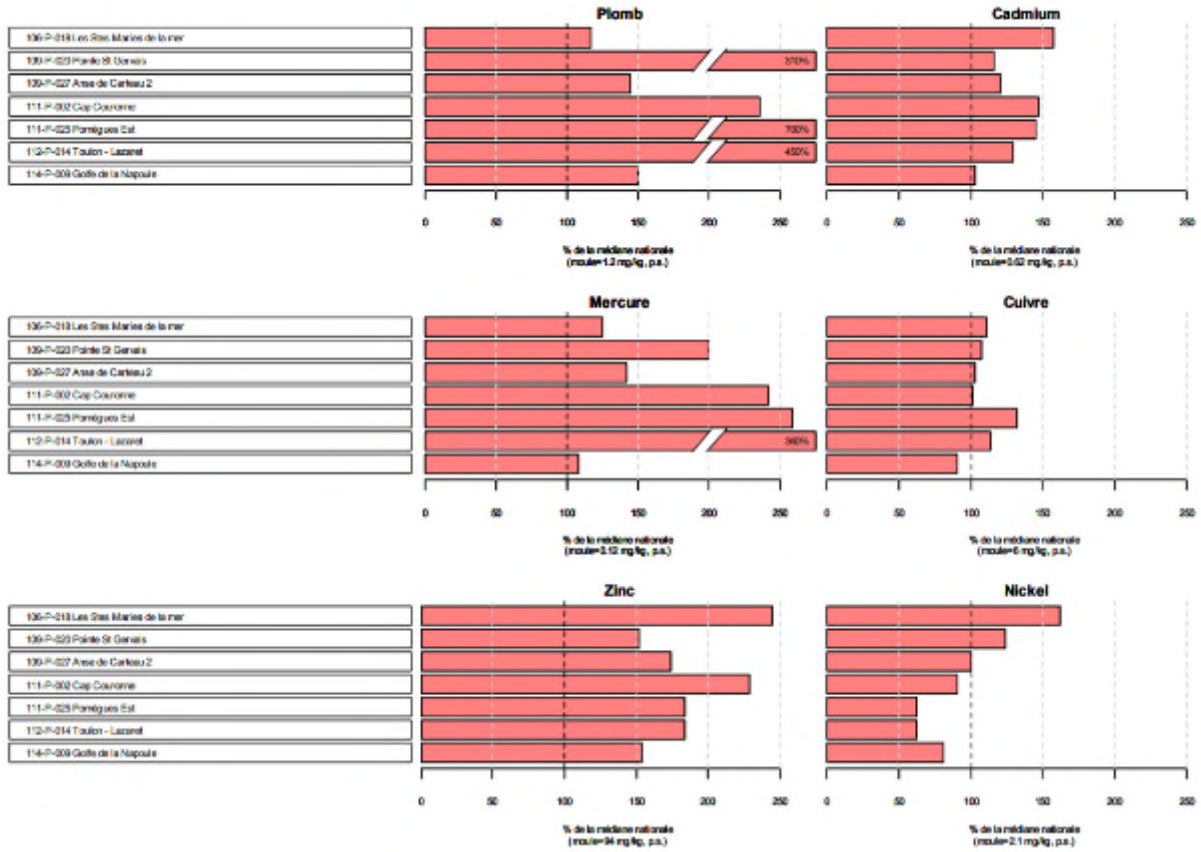
Pour les oursins, les valeurs de référence utilisées correspondent aux seuils issus du règlement 1881/2006, portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, et modifié par différents règlements européens entre 2008 et 2015, et notamment par les règlements 420/2011, 488/2014 et 1005/2015 en ce qui concerne les Métaux lourds.
Les valeurs de références sont définies pour très peu de composés, et se rapportent soit aux poissons, soit aux céphalopodes, soit aux crustacés, soit aux mollusques bivalves. Les oursins n'entrant dans aucune de ces catégories (ce sont des échinodermes), les teneurs mesurées seront comparées à titre indicatif aux seuils définis pour les mollusques bivalves (moules).

En complément, les valeurs moyennes de concentrations observées dans les moules par le système de surveillance ROCCH – Réseau d'Observation de la Contamination Chimique du milieu marin (qui a remplacé depuis 2007 le RNO - Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin) ont également été prises en compte. A noter que ces moyennes nationales ne sont pas nécessairement un bon indicateur, des dépassements de ces valeurs étant

observées sur l'ensemble du littoral PACA, comme le montre la figure suivante issue du bulletin de surveillance de la qualité du milieu marin de l'IFREMER de 2016, édité en juin 2017.

Enfin, les valeurs issues des Études de l'Alimentation Totale (EAT) de l'ANSES ont également été utilisées. Comme pour les valeurs réglementaires présentées ci-dessus, ces données ne concernent pas les oursins, mais uniquement les crustacés et mollusques (coquille st jacques, crevette, huitre et moule) ou les poissons. Les données prises en comptes correspondent aux moyennes régionales (région Sud Est correspondant à PACA et Languedoc Roussillon : Marseille, Perpignan, Nice et Montpellier), ou aux moyennes nationales lorsque les données régionales ne sont pas disponibles. A noter que comme pour les valeurs ROCCH, ces données (qui se rapprochent des données ROCCH) ne sont pas nécessairement un bon indicateur, les données régionales Sud-Est ou nationales n'étant pas représentatives du littoral PACA.





12.3.3 Sédiments

En ce qui concerne les sédiments, les valeurs de référence utilisées correspondent aux seuils :

- de l'arrêté du 9 aout 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins,
- de l'arrêté du 8 février 2013 complémentaire à l'arrêté du 9 aout 2006 (pour les HAP),
- de l'arrêté du 17 juillet 2014 modifiant l'arrêté du 9 aout 2006 (pour les PCB).

12.4 Présentation des résultats obtenus et interprétation

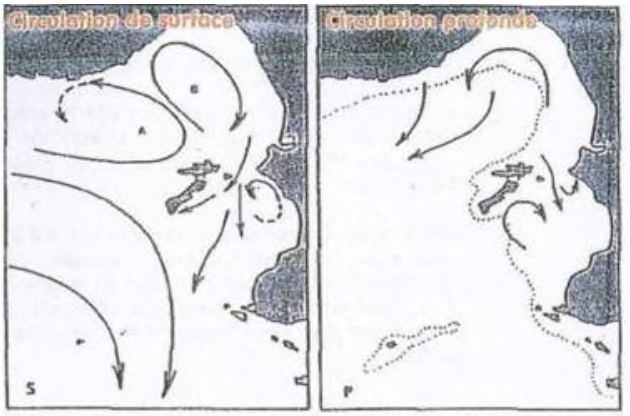
Les tableaux de synthèse des résultats relatifs aux analyses d'eau de mer, de sédiments et d'oursins sont présentés en **annexe A7.2**. Les bordereaux d'analyse du laboratoire sont repris en **annexe A7.3**.

12.4.1 Courantologie

La circulation générale du courant est sous influence du courant général liguro-provençal qui porte à l'Ouest et au large avec des vitesses de l'ordre du nœud (1,85 km/h).
Les conditions de vents peuvent agir de façon notable sur la circulation des masses d'eaux près de la côte et influencer leur dérive. Trois régimes principaux sont distingués :

- Un régime de Mistral où les eaux de surface circulent du Nord vers le Sud, puis partent au large en passant entre l'archipel du Frioul et la côte. Un courant inverse s'établit en profondeur en compensation.
- Un régime de vent d'Est à Sud-Est où la circulation est inversée par rapport à celle observée par Mistral. Les eaux de surface se dirigent vers le Nord et un courant de retour se met en place en profondeur, vers le large. Les vitesses observées proches de la surface sont de l'ordre de 10 à 15 cm/s dans le nord du Golfe.
- Un régime de beau temps, observé en été et début de l'automne. Deux cellules de courants circulaires s'établissent le long des côtes de Marseille. Dans la rade Nord (de l'Estaque au Vieux Port), les courants tournent dans le sens des aiguilles d'une montre alors que dans la rade Sud (Pointe Rouge à la Pointe d'Endoume) les courants s'enroulent en sens opposé. Ces deux courants circulaires se rencontrent entre la Pointe d'Endoume et l'archipel du Frioul où la résultante part vers le large.

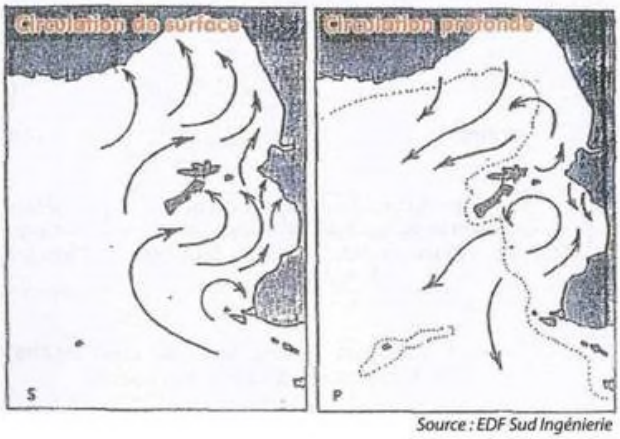
Régime de courants observés par temps calme



Régime de courants observés par Mistral



Régime de courants observés par vent d'Est à Sud-Est



Source : EDF Sud Ingénierie

Ainsi, les courants s'inversent dans le temps en fonction du sens des vents, et la position relative des stations les unes par rapport aux autres est donc variable.

Par temps calme ou faible vent, les courants sont quasi-nul sur les stations étudiées. Ce n'est que par mistral qu'un courant perceptible est remarqué. Le mistral entraine un afflux d'eau à la côte en surface sur notre secteur, qui se traduit en profondeur par un courant de retour dirigé de la côte vers le large.
L'ensemble de la masse d'eau dérive du nord vers le sud avec ce mistral, en longeant la côte. Sur nos stations, le courant général suit la côte et est orienté NE-SO.

L'analyse de la rose des vents présentée au paragraphe 3.4 met en effet en évidence que les vents dominants sont majoritairement en provenance du Nord-Ouest (Mistral), et entrainent donc des courants du Nord vers le Sud pour les eaux de surface, et un courant inverse en profondeur en compensation.

Dans cette configuration, les stations Escalette et Goudes se trouvent en aval de la station du Site de la Madrague en ce qui concerne les eaux de surface, mais en amont pour les eaux profondes, donc pour les sédiments.

12.4.2 Résultats des analyses d'eau de mer

Les analyses réalisées ont mis en évidence des teneurs inférieures aux limites de quantification du laboratoire pour tous les composés recherchés (8 ML, cyanures, HCT, BTEX, HAP et PCB) au niveau des 6 stations, aussi bien en bord de côte (20 à 50 m) qu'au large (200 à 250 m), à l'exception :

- De la **présence de chrome à l'état de traces** (1,1 à 1,5 µg/l pour une LQ de 1 µg/l et une NQE de 3,4) sur 8 des 12 points de prélèvements. Les teneurs restent inférieures à la LQ au niveau de la station 5 (Les Goudes) aussi bien au bord qu'au large, et au niveau des stations 1 et 4 au large.
- De la **présence de cuivre à l'état de traces** (1,1 à 1,7 µg/l pour une LQ et une NQE de 1 µg/l) sur 9 des 12 points de prélèvements. Les teneurs restent inférieures à la LQ au niveau de la station 5 au bord, et au niveau des stations 1 et 4 au large.
- De la **présence de plomb au niveau de la station du Site de la Madrague uniquement**, aussi bien au bord (2,3 µg/l) qu'au large (1,4 µg/l). Les teneurs mesurées restent bien inférieures à la concentration maximale admissible de la NQE (14 µg/l), ainsi qu'aux seuils de potabilisation (50µg/l) et de potabilité (10 µg/l) définis pour les eaux souterraines et les eaux douces superficielles. On observe une atténuation des concentrations du bord vers le large. La présence du plomb dans l'eau de mer pourrait être liée à un transfert depuis le crassier de la parcelle B, présent en bord de mer et donc potentiellement érodé par les vagues. Pour rappel, la station du Site de la Madrague se situe en face du crassier. En revanche toute notion d'impact à la qualité de l'eau de mer est à relativiser au regard des teneurs en plomb qui restent faibles.
- De la présence de zinc sur 8 des 12 points de prélèvements, à des teneurs comprises entre 1,1 et 7 µg/l (à comparer à une LQ de 1µg/l, à la NQE de 7,8 µg/l en moyenne annuelle et à un seuil de potabilisation de 5000 µg/l pour les eaux souterraines et de 500 µg/l pour les eaux douces superficielles).

Ainsi, les analyses réalisées semblent mettre en évidence un léger impact du Site de la Madrague sur la qualité de l'eau de mer pour le plomb, qui s'atténue du bord vers le large. Cet impact est très vraisemblablement lié à un transfert depuis le crassier présent en bord de mer (érosion potentielle du crassier par les vagues).

12.4.3 Résultats des analyses de sédiments

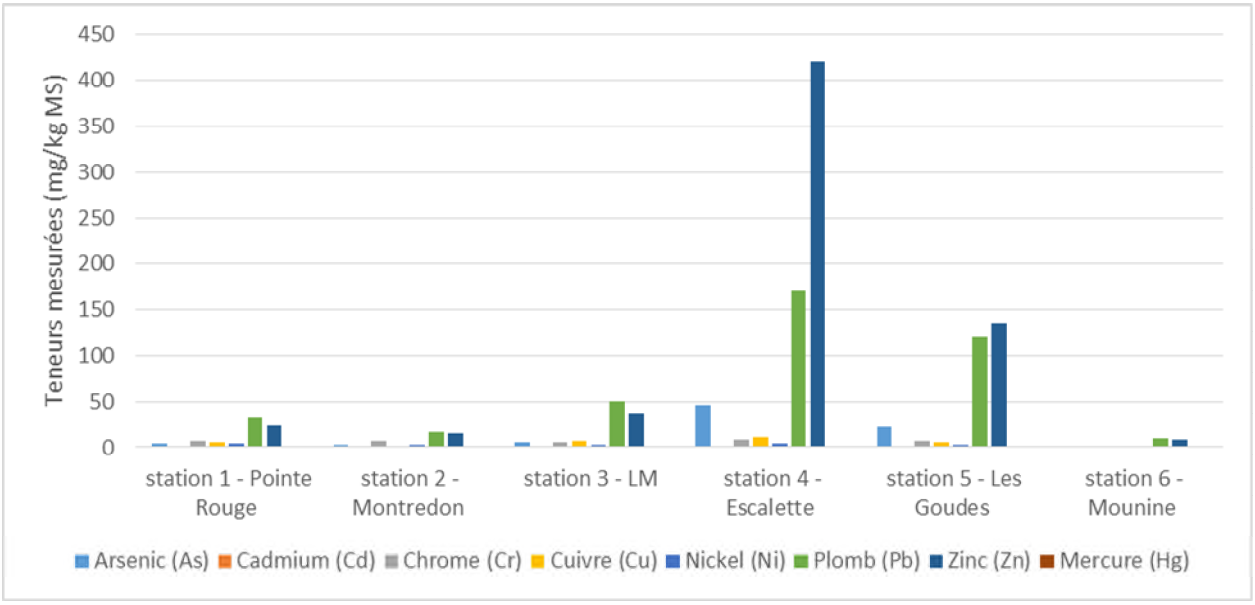
Les résultats des analyses de sédiments ont été comparés aux niveaux de qualité relatifs aux rejets de dragage (N1 et N2) définis dans la règlementation, Ces seuils constituent seulement des points de repère permettant d'abord de définir le profil d'un sédiment à draguer et son incidence potentiel sur l'environnement. La circulaire du 14 juin 2000 relative aux conditions d'utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins rappelle que :

- En dessous de N1, l'impact de l'immersion de déblais de dragage est jugé d'emblée neutre ou négligeable, les teneurs étant « normales » ou comparable au bruit de fond environnemental ;
- Entre N1 et N2, une investigation complémentaire (mesures complémentaires, étude de sensibilité du milieu) peut s'avérer nécessaire en fonction du projet considéré et du degré de dépassement du niveau N1. Ainsi une mesure, dépassant légèrement le niveau N1 sur seulement un ou quelques échantillons analysés, ne nécessite pas de complément sauf raison particulière (par exemple toxicité de l'élément considéré : Cd, Hg, ...);
- Au-delà de N2, un impact négatif de l'opération est présagé. Une étude spécifique de sensibilité du milieu est nécessaire (test d'écotoxicité, impact prévisible, maillage des prélèvements plus fin)

Les analyses réalisées ont mis en évidence des teneurs inférieures aux seuils de référence relatifs aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins du laboratoire au niveau des 6 stations, à l'exception :

- De **dépassements du seuil N1 pour l'arsenic, le cadmium, le plomb et le zinc au niveau de la station 4 Escalette**. Les teneurs mesurées restent inférieures au seuil N2, mais la teneur en arsenic en est proche (46,7 mg/kg MS pour un seuil de 50). Les teneurs mesurées sont de plus supérieures aux valeurs seuils retenues comme critères d'évaluation écotoxicologique par la convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (convention Ospar), comprises entre 5 et 50 mg/kg MS pour le plomb (pour une teneur mesurée de 171 mg/kg MS sur la station Escalette) et entre 1 et 10 mg/kg MS pour l'arsenic (pour une teneur mesurée de 46,7 mg/kg MS sur la station Escalette). Les seuils de 50 mg/kg MS pour le plomb et 10 mg/kg MS pour l'arsenic sont également dépassés sur la station 5 (Les Goudes), avec respectivement 120 et 21,7 mg/kg MS.
- D'un léger dépassement du seuil N1 en acénaphtylène au niveau de la station 5 Les Goudes (0,016 mg/kg Ms pour un seuil de 0,015 mg/kg MS).
- D'un dépassement du seuil N2 pour les PCB 153 au niveau de la station du Site de la Madrague, avec une teneur de 48 µg/kg MS pour un seul de 40. L'origine de ce dépassement n'est pas identifiée.

Les teneurs en ETMM mesurées sur la station du Site de la Madrague sont équivalentes à celles mesurées sur les autres stations (à l'exception de la station Escalette qui présente des teneurs en arsenic, cadmium, plomb et zinc significativement plus importantes), comme le montre la figure suivante :



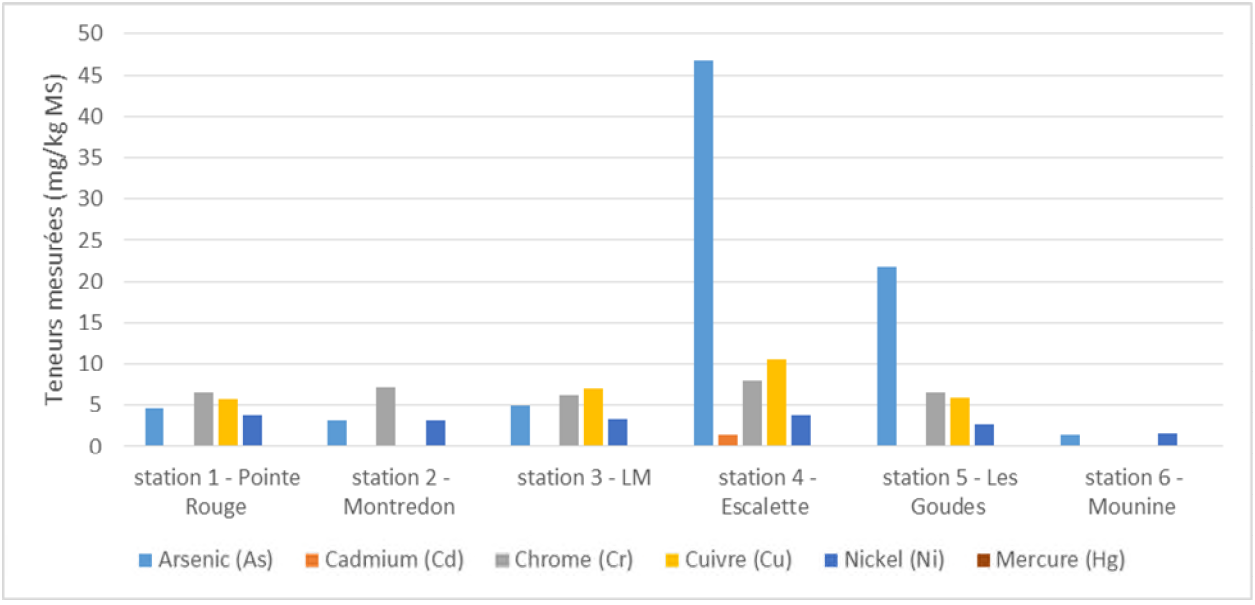


Figure 74 : Teneurs en ETM mesurées dans les sédiments des différentes stations de prélèvement

Le Site de la Madrague, et notamment le crassier présent en bord de mer, ne semble ainsi pas avoir d'impact sur la qualité des sédiments marins. Ce n'est en revanche pas le cas pour le site de l'Escalette.

L'impact mis en évidence au niveau de l'Escalette semble rester localisé malgré la courantologie (courant du Sud vers le Nord attendu en profondeur en régime de Mistral (dominant dans le secteur), en compensation de la circulation des eaux de surface du Nord vers le Sud). L'impact retrouvé sur la station de l'Escalette n'est en effet pas retrouvé sur la station située plus au nord (station du Site de la Madrague), ni d'ailleurs sur la station des Goudes située au sud.

12.4.4 Résultats des analyses d'oursins

Le graphique suivant présente les résultats des analyses réalisées sur les oursins prélevés au niveau des 6 stations :

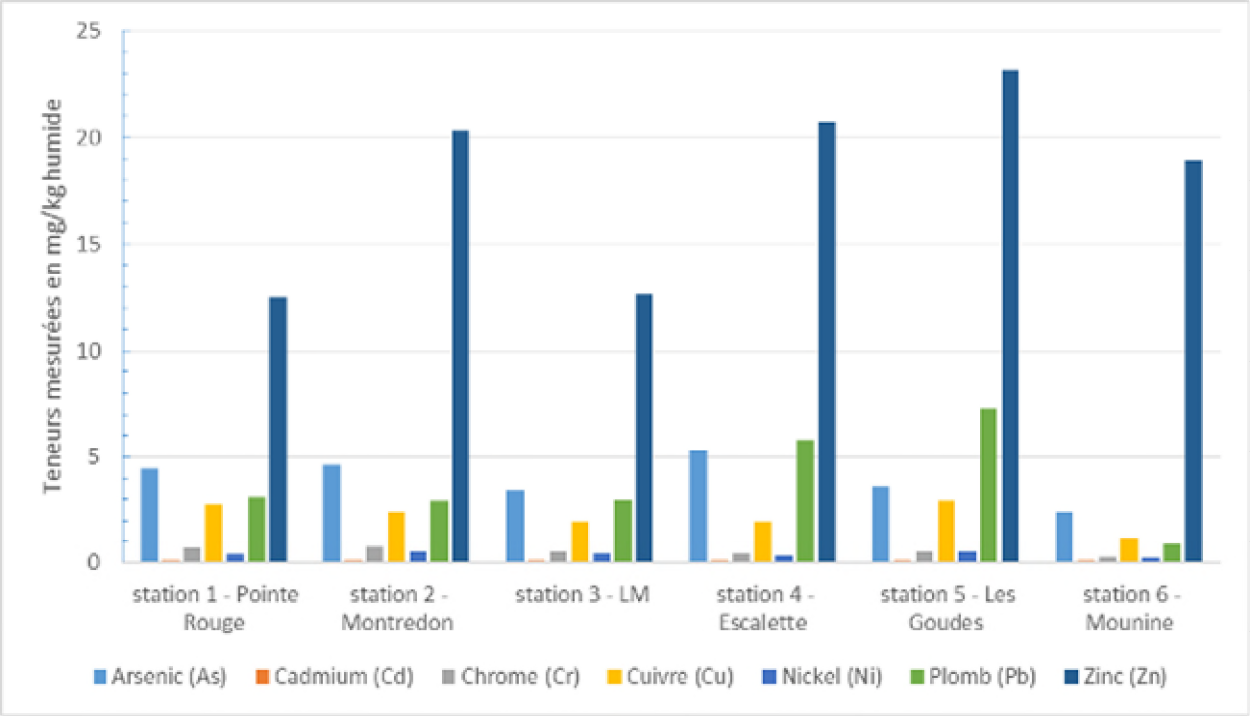


Figure 75 : Teneurs en ETM mesurées dans les oursins des différentes stations de prélèvement

Les résultats mettent en évidence des teneurs comparables pour les 6 stations. On note que la station 6 – Mounine présente généralement les teneurs les plus faibles, tandis que la station 5 – Les Goudes présente en général les teneurs les plus élevées.

En ce qui concerne l'arsenic, c'est la station 4 – Escalette qui présente la teneur la plus élevée (27,8 mg/kg MS contre 19 à 24,4 mg/kg MS pour les autres stations, voire <10mg/kg MS pour la station 6).

Pour le plomb, les teneurs les plus élevées sont mesurées au niveau de la station 5 – Les Goudes (39,3 mg/kg MS) et de la station 4- Escalette (30,3 mg/kg MS). Pour les autres stations, les teneurs sont comprises entre 3,8 (station 6) et 18,1 mg/kg MS (station du Site de la Madrague). A titre informatif, les teneurs en plomb mesurées sur les oursins et exprimées en mg/kg humide sont supérieures au seuil de qualité alimentaire défini pour les mollusques bivalves (1,5 mg/kg humide) pour toutes les stations (teneurs comprises entre 2,91 et 7,23 mg/kg humide) à l'exception de la station 6 – Mounine (0,89 mg/kg humide).

Pour le cadmium, les teneurs mesurées sont comparables pour les 6 statons, comprises entre 0,47 (station Escalette) et 0,67 mg/kg MS (station 2 – Montredon).

Ainsi, les **oursins prélevés au niveau de la station du Site de la Madrague présentent des teneurs en ETM comparables, voire inférieures à celles mesurées au niveau des autres stations**. Ces résultats sont cohérents avec le faible impact du site du Site de la Madrague observé pour l'eau de mer et les sédiments.

On notera à titre informatif que les teneurs mesurées en arsenic et plomb dépassent les valeurs fournies pour les moules par le réseau ROCCH et les données EAT. Comme précisé auparavant, ces valeurs de références ne sont pas nécessairement un bon indicateur, des dépassements de ces valeurs étant observées sur l'ensemble du littoral PACA.
Les teneurs mesurées pour le cadmium restent inférieures à ces valeurs nationales ou régionales pour toutes les stations.

En ce qui concerne les autres métaux, on note des dépassements des valeurs ROCCH pour le chrome, le vanadium et le mercure sur toutes les stations, et pour le cuivre, le nickel et le zinc sur toutes les stations à l'exception de la station 6 – Mounine.
Les valeurs définies par les EAT de l'ANSES sont également dépassées pour :

- L'aluminium, le fer, le vanadium et le mercure sur toutes les stations,
- Le chrome, le cuivre, le manganèse et le nickel sur toutes les stations à l'exception de la station 6 – Mounine.

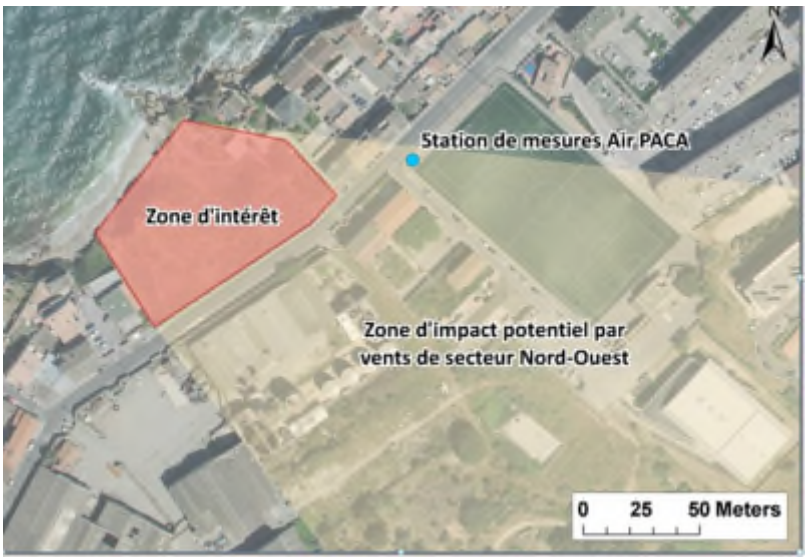
Aucun dépassement des valeurs EAT n'a été mis en évidence pour l'argent, le cadmium et le zinc.

13. ETUDE DES RETOMBEES ATMOSPHERIQUES ACTUELLES

13.1 Investigations réalisées

Air PACA a réalisé une étude visant à compléter la connaissance de la qualité de l'air dans le secteur de l'ancien site industriel de la Madrague. L'objectif est d'évaluer l'impact du réenvol potentiel de poussières de la zone sur l'exposition des populations aux métaux avant d'éventuels travaux de dépollution.

Une campagne de mesures a été réalisée du 8 juin au 2 octobre 2017 (Cf. plan ci-dessous).



Les mesures, réalisées pendant une durée de 3 mois**,** concernent les particules inhalables (PM10), les particules sédimentables et la contamination de ces particules par les métaux (dont arsenic, cadmium, nickel, plomb et zinc). Ce dispositif a été complété par le suivi des oxydes d'azotes (NO et NO2), polluants traceurs de la combustion et notamment de celle du trafic automobile.

Afin de cibler, en l'absence d'activité sur la zone, la problématique de l'envol de particules chargées en métaux lourds et leur impact sur la population environnante, dans cette étude ont été mesurées :

- Les particules inhalables : la fraction PM10 qui est, par retour d'expérience, la fraction la plus adaptée pour répondre à cette problématique de par sa capacité à l'envol et ses teneurs en métaux.
- Les particules sédimentables : potentiellement contaminées, elles se déposent au sol et chez les riverains et sont susceptibles d'être ingérées via le transfert dans la chaîne alimentaire.

La station de mesures est située dans une zone habitée proche du site de la Madrague. L'emplacement a été choisi en tenant compte :

- des riverains les plus proches du site de la Madrague ;
- des vents dominants entraînant le réenvol des sols potentiellement contaminés par les métaux : vents d'un large secteur Nord-Ouest. Les sols considérés sont ceux de la parcelle qui était utilisée comme décharge de déchets provenant de l'activité industrielle. Ils sont caractérisés par une contamination aux métaux lourds et metalloïdes.

Ce lieu est également situé à proximité de zones dites « sensibles » :

- le stade Michelier avec ses installations sportives implantées à moins de 50 m de la zone d'intérêt (le sport amplifie le volume d'air introduit dans les poumons) ;
- le groupe scolaire Madrague de Montredon implanté à 300 m de la zone d'intérêt (les enfants sont plus vulnérables aux agents présents dans leur environnement).





Le plan de localisation des points de mesures est présenté dans la figure page suivante.



Figure 76 : Plans de localisation des points de mesure et du point de référence de l'étude Air PACA

13.2 Présentation des résultats obtenus et interprétation

Les résultats bruts obtenus nous ont été fournis par AIR PACA. Ils sont repris dans les tableaux présentés en **annexe A8.1** qui fournit également le rapport complet établi par AIR PACA (depuis renommé AtmoSud) en septembre 2018.

Les conclusions qui peuvent être formulées sur la base des résultats obtenus, des informations orales fournies par Air PACA puis du rapport établi en septembre 2018 sont les suivantes :

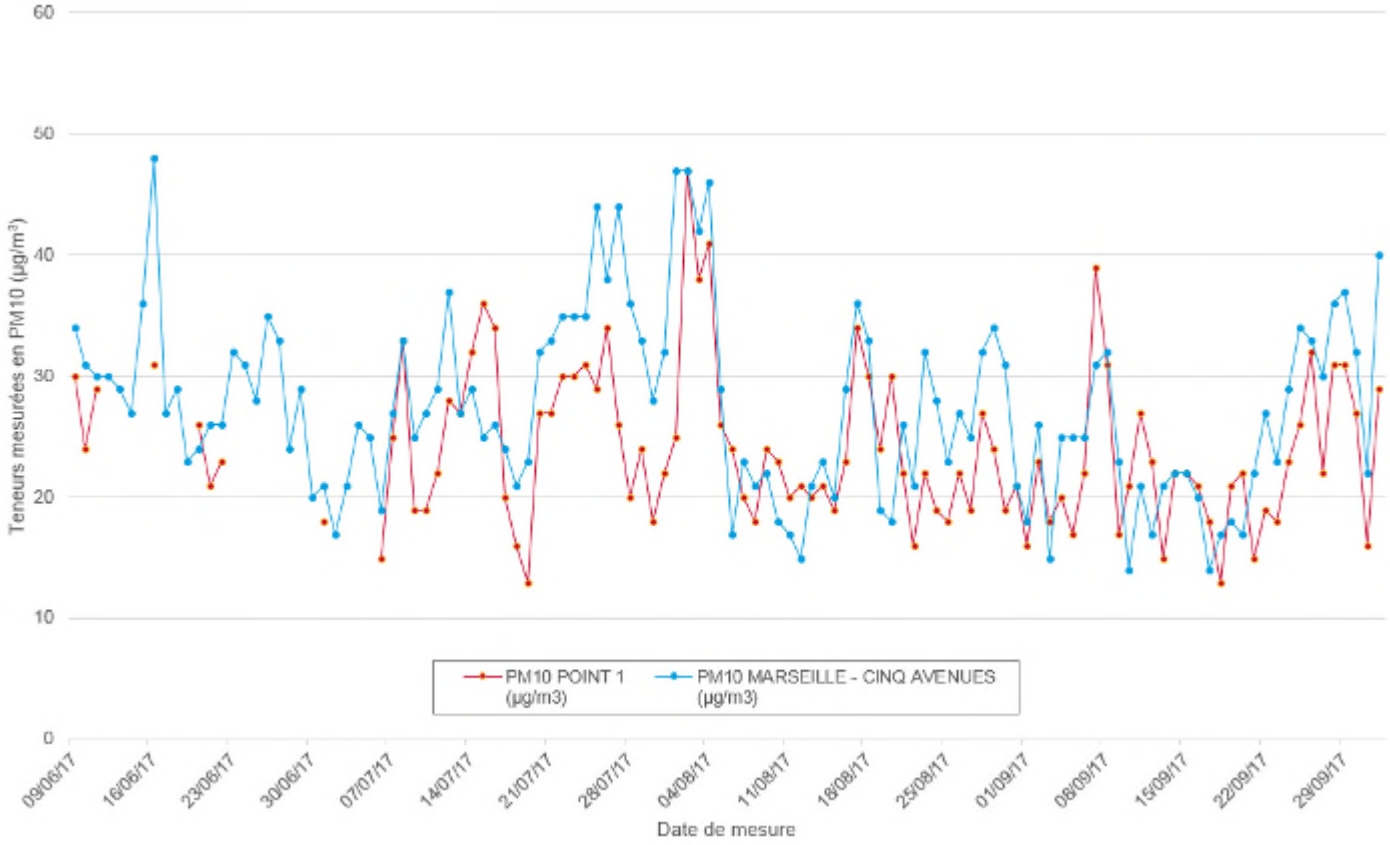
- **Oxyde d'azote :**

Les concentrations mesurées sur le point de mesure autour du Site de la Madrague sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur des stations urbaines de fond (telle que Martigues L'Ile peu impactée) bien que ces stations soient localisées à proximité immédiate d'une route (avenue Madrague de Montredon).

Le site est peu influencé par le trafic routier au regard du rapport NO/NO2 (rapport faible par rapport à des sites présentant un trafic important).

- **Particules Inhalables (PM10) :**

Le graphique suivant présente les valeurs journalières mesurées sur la station 1 et sur la station de référence :



Les niveaux mesurés sur le point de mesure autour du Site de la Madrague sont représentatifs de ce qui est observé sur une station urbaine de fond comme la station de référence utilisée (Marseille 5 avenue).
Les évolutions de concentration sont similaires à ce qui est observé sur les autres stations de Marseille, mis à part quelques très courtes périodes au cours desquelles les concentrations sont un peu plus élevée au niveau du site que sur le point de référence (une période correspondant possiblement au feu artifice et une autre potentiellement liée à une influence marine – poussière d'Est – sable saharien).

Les teneurs mesurées ont été comparées aux valeurs de référence existantes fixées par le décret du 15 février 2002 :

Valeur limite sur 24h	Valeur limite annuelle	Objectif de qualité annuel
50 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	40 µg/m^3	30 µg/m^3

Les résultats obtenus, extraits du rapport AtmoSud de septembre 2018, sont présentés ci-dessous :

Paramètre étudié	LEGRE-MANTE Point 1	Stations urbaines de fond		Station urbaine trafic	Valeur limite	Valeur guide OMS
		Marseille Longchamp	Marseille Saint-Louis	Marseille Rabatau		
Concentration moyenne (µg/m³)	24	28	25	32	40	20
Nb de jour > 50 µg/m³	0	0	0	5	18	-

Aucun dépassement de la valeur limite sur 24h n'a été constaté durant la campagne de mesure (du 7 juin au 31 octobre 2017), sur le point 1, comme sur la station de référence.
Les valeurs moyennes obtenues sur la période de 3 mois de suivi sont respectivement de 24,05 µg/m³ et 27,5 µg/m³ pour la station 1 et pour la station de référence (Marseille Longchamp = Marseille 5 avenue). Les moyennes atteignent 25 et 32 µg/m³ pour les autres stations urbaines (Saint-Louis et Rabatau). On observe ainsi que les concentrations moyennes dépassent la valeur guide moyenne annuelle de l'OMS de 20 µg/m³ pour toutes les stations (station 1, St Louis, Longchamp et Rabatau avec la moyenne la plus forte).

La valeur limite annuelle de même que l'objectif de qualité ne sont donc pas dépassés.

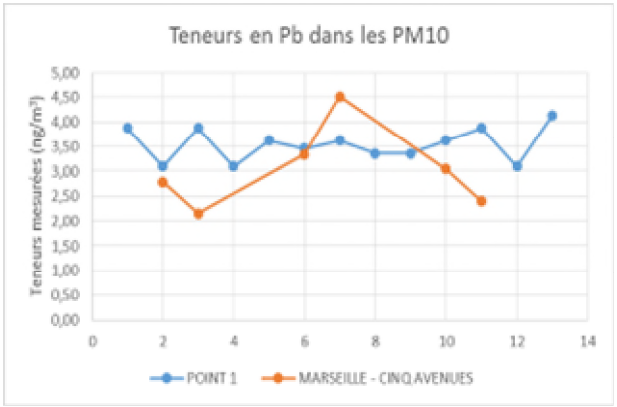
En conclusion le taux de PM10 mesuré sur la période ne montre pas de dépassement des valeurs de référence.

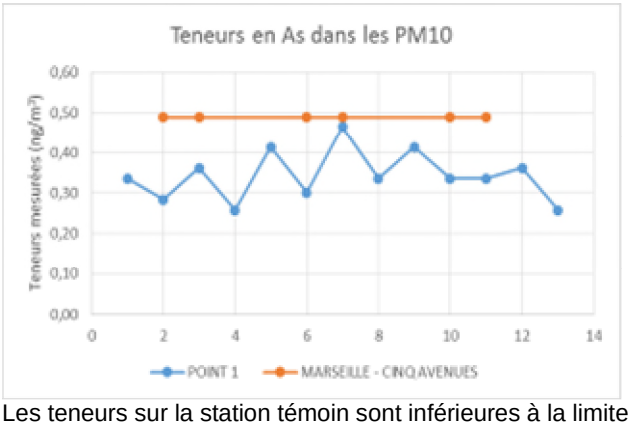
- **<u>Teneurs en métaux sur les Particules Inhalables (PM10)</u> :**

Les teneurs en ETM mesurées dans les PM10 autour du site et sur la station témoin sont présentées sur les graphiques suivants, établis pour les polluants disposant de valeurs de références, à savoir :

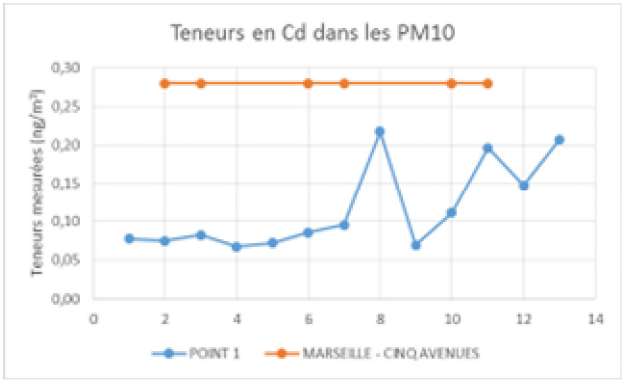
- valeur limite annuelle issue du décret du 15 février 2002
  - Plomb : 500 ng/m³
- valeurs cibles (moyenne annuelle) issues de la Directive 2004/107/CE du parlement européen et du conseil
  - Arsenic : 6 ng/m³/an
  - Cadmium : 5 ng/m³/an
  - Nickel : 20 ng/m³/an

A noter que des valeurs guides et valeurs « référence santé » sont fournies dans le rapport ATmoSud pour d'autres composés (valeur guide pour le manganèse - 150 ng/m³/an – et références santé pour la majorité des métaux recherchés). Aucun dépassement de ces valeurs n'ayant été observé, les résultats ne sont pas détaillés ici. On pourra se reporter au rapport AtmoSud fourni en **annexe A8.1** pour tout détail.

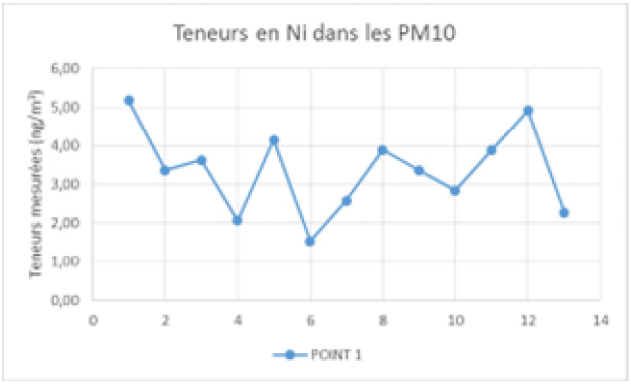




Les teneurs sur la station témoin sont inférieures à la limite de quantification analytique (0,49 ng/m³)



Les teneurs sur la station témoin sont inférieures à la limite de quantification analytique (0,28 ng/m^3)



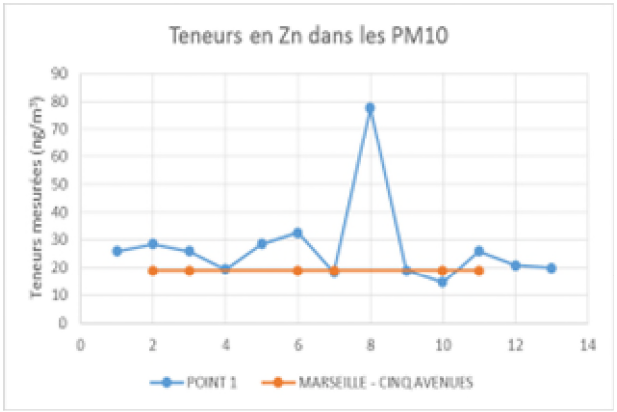
Les resultats relatifs à la station témoin ont été invalidés

En première conclusion, aucun dépassement des valeurs cibles existantes n'a été mis en évidence pour les métaux recherchés.

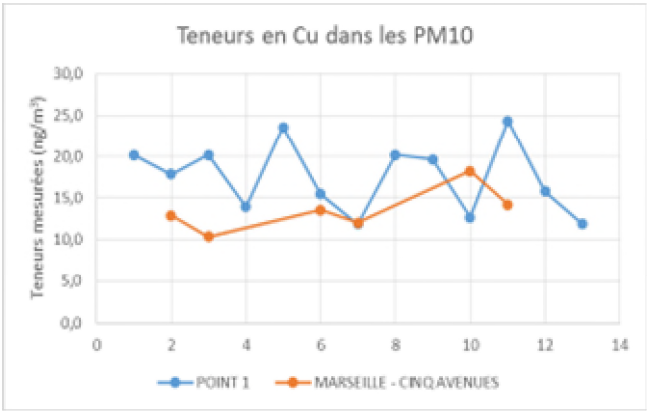
Pour les composés caractéristiques du crassier les teneurs mesurées sont :

- près de 100 fois inférieure à la valeur limite annuelle issue du décret du 15 février 2002 en plomb,
- près de 10 fois inférieure à la valeur moyenne annuelle en arsenic,
- près de 20 fois inférieure à la valeur moyenne annuelle en cadmium,
- près de 4 fois inférieure à la valeur moyenne annuelle en nickel.

Des graphiques ont également été établis pour le cuivre et le zinc, qui font partie des éléments pour lesquels des teneurs anomaliques ont été mises en évidence dans les sols prélevés autour du site de la Madrague (cuivre, zinc, plomb, arsenic et cadmium).



Les teneurs sur la station témoin sont inférieures à la limite de quantification analytique (0,19 ng/m^3)



Les teneurs mesurées dans les PM10 autour du site pour les principaux ETM sont en général du même ordre de grandeur que celles de la station témoin 5 avenue, à légèrement supérieures (cf graphiques ci-dessus).
A noter que ces deux composés sont omniprésents dans les sols sur le secteur investigué.

Les conclusions du rapport AtmoSud de septembre 2018 sont reprises intégralement ici :

« Pendant les 3 mois de prélèvement de métaux lourds (08/06/2017 au 06/09/2017), le site de mesure a été exposé 36% du temps aux vents provenant de l'ancien site de production et a été 34% du temps sous les vents des parcelles contaminées alentours.
Durant cette campagne, l'ensemble des concentrations des 41 métaux étudiés sont inférieures aux valeurs de référence dans l'air et aux références santé lorsqu'elles existent et sont comparables à celles mesurées au droit de la station urbaine de « Marseille/Longchamp », point considéré comme représentatif de la pollution urbaine de fond de l'agglomération de Marseille, à l'exception de l'antimoine (Sb), de l'étain (Sn) et du zinc (Zn).
Pour ces 3 métaux, sur certaines périodes, les concentrations sont jusqu'à 5 fois supérieures sur le site de LEGRE-MANTE pour l'antimoine, jusqu'à 9 fois supérieures pour l'étain et jusqu'à 3 fois pour le zinc. Néanmoins, ces concentrations restent inférieures ou équivalentes aux valeurs relevées dans la littérature, notamment aux concentrations moyennes mesurées à Marseille dans le cadre de l'étude 3 villes en 2015.

De par l'activité passée du site, des teneurs plus importantes en antimoine (Sb), arsenic (As), cadmium (Cd) et plomb (Pb) étaient attendues.

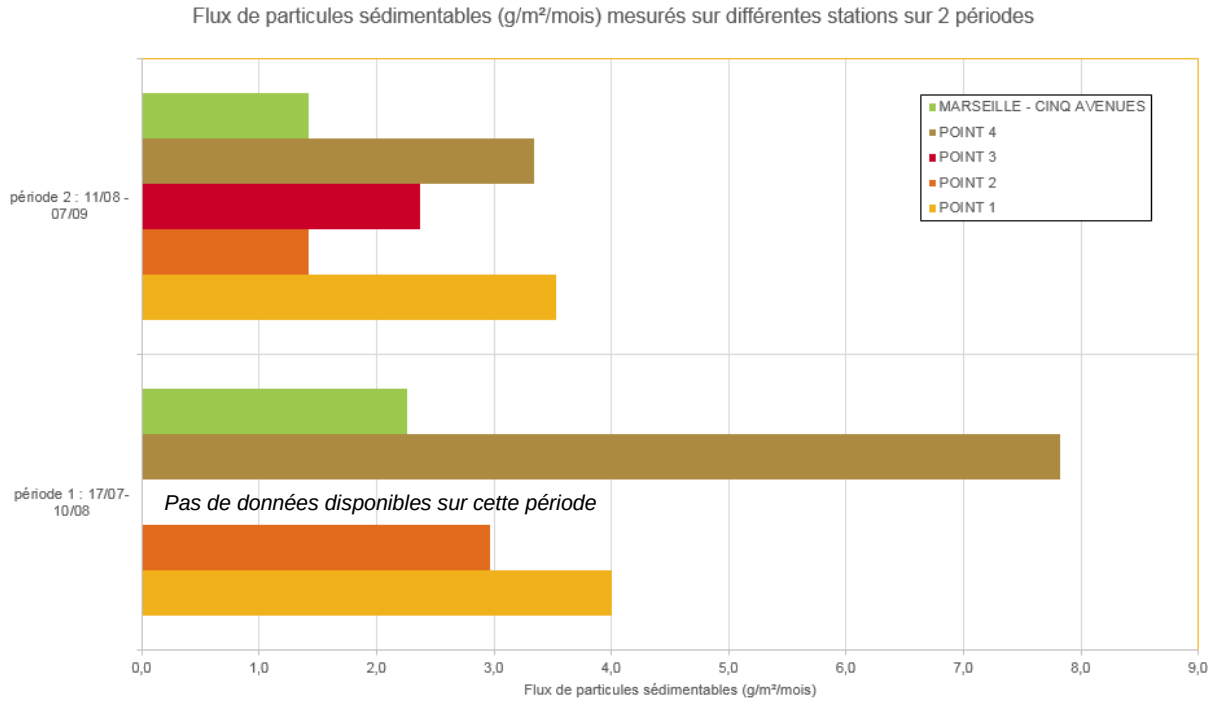
Sur la période de mesure, la concentration de ces métaux n'est pas significativement différente de celle mesurée à Marseille/Longchamp à l'exception des niveaux d'antimoine. »

- **Particules sédimentables :**

Les particules sédimentables, par opposition aux particules inhalables, se déposent rapidement au sol sous l'effet de leurs poids ou de la pluviométrie. Ces particules sédimentables sont retenues par les voies aériennes supérieures (nez, gorge) et ne pénètrent pas dans l'appareil respiratoire mais peuvent cependant être ingérées. Ainsi, la grandeur permettant de les quantifier n'est plus une concentration à proprement parlé mais un flux de dépôt au sol.

Les dépôts de poussières ne font pas l'objet de valeurs limites réglementaires française ou européenne. Seule la norme métrologique NF X 43-007 indique le seuil, fixé à 30 g/m2/mois, entre une « zone faiblement polluée » et une « zone fortement polluée ». Néanmoins, en Europe, quelques pays ont fixé des valeurs limites admissibles pour l'environnement : la Suisse (6 g/m2/mois) et l'Allemagne (10,5 g/m2/mois).

Le graphique suivant présente les flux de poussières mesurés sur chacun des 4 points situés autour du site et sur la station témoin, pour chacune des 2 périodes de mesures (du 17/07 au 10/08 et du 10/08 au 08/09).
Le flux de poussière correspond à la quantité de poussières émises par surface unitaire sur une période donnée.



Les dépôts de particules sédimentables mesurés mettent en évidence des niveaux d'empoussièrement moyens
Les flux de poussières sédimentables sont du même ordre grandeur qu'en zone urbaine avec des niveaux d'empoussièrement entre 2 et 4-5 g/m^2/mois, sauf cas particulier :

- Sur le point 4, sur la 1ère période de mesure (17/07 au 10/08) au cours de laquelle beaucoup de vents forts ont été observés, le flux plus important mesuré à ce moment pourrait être associé à un réenvole des sols superficiels (poussières) de la parcelle B. L'empoussièrement alors mesuré, de 8 g/m^2/mois dépasse la valeur limite admissible pour l'environnement en Suisse.

Sur la période 2, on ne note pas de différence marquée entre la station 4 implantée au Sud-Ouest du crassier (sous les vents dominants) et les stations 1 et 3 implantées au Nord-est du crassier.
Comparativement à la station témoin, les flux de poussières sont un peu plus élevés (1,7 à 2,5 fois plus élevées) sur les stations 1, 3 et 4 situées à proximité immédiate du crassier.

Cette observation pourrait donc montrer qu'il existe un envol de poussières à partir du crassier superficiel ou frontal (falaise). Les niveaux mesurés restent néanmoins inférieurs au seuil de 30 g/m^2/mois fixé dans la norme NF X 43-007**.**

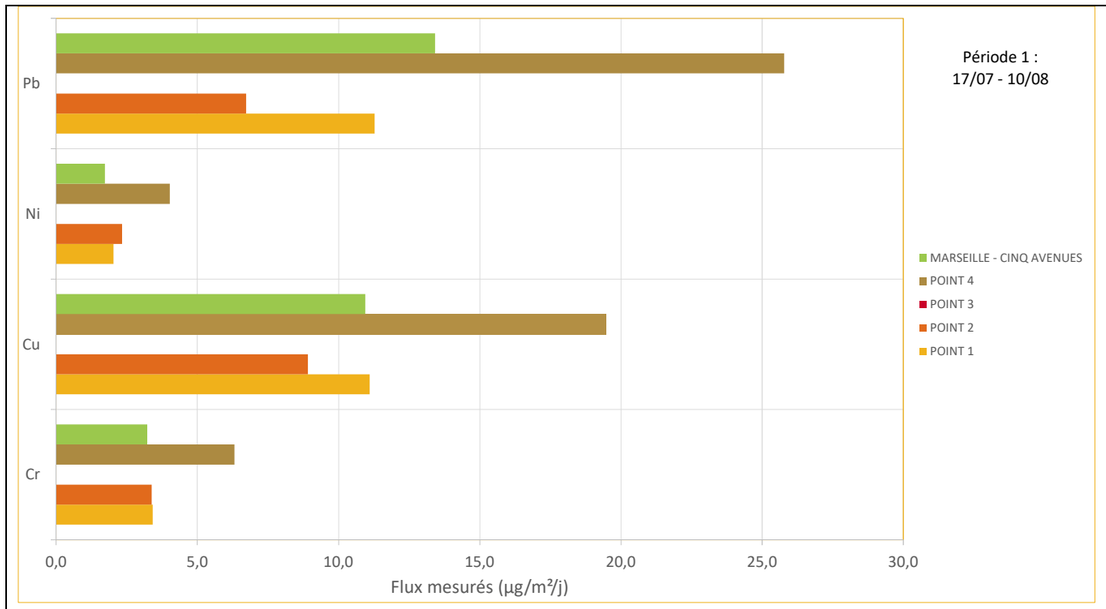
La station 2, implantée à environ 150 m du crassier au niveau du groupe scolaire Madrague de Montredon, présentent des flux de poussières équivalents à ceux de la station témoin.

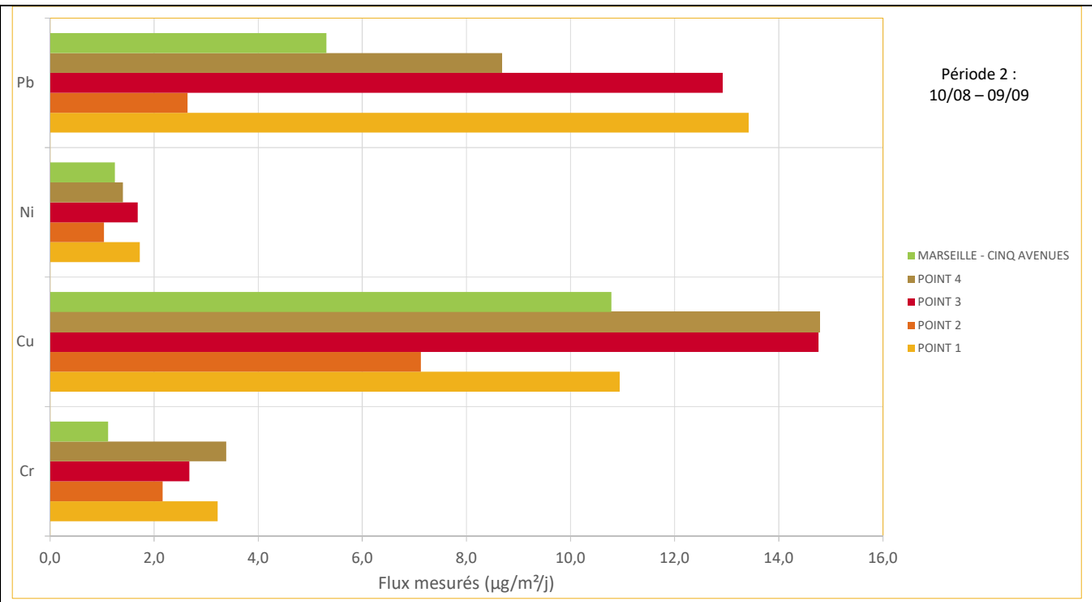
L'impact du crassier sur le flux de poussière apparait donc limité dans l'espace (moins de 150 m sur la base des mesures réalisées) et sans impact au niveau du gymnase.

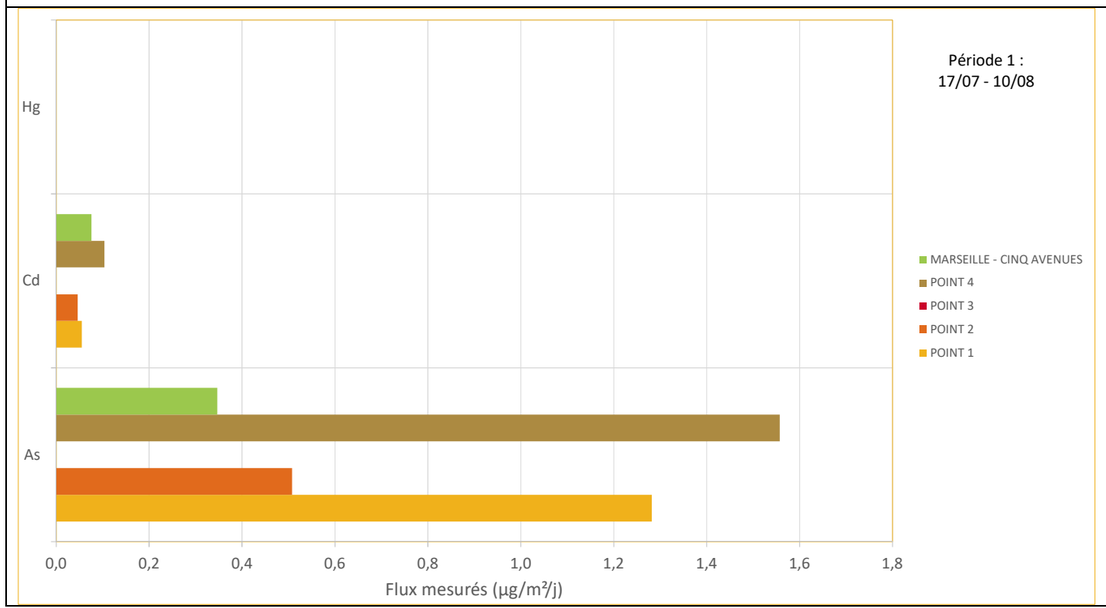
- **Teneurs en métaux sur les particules sédimentables :**

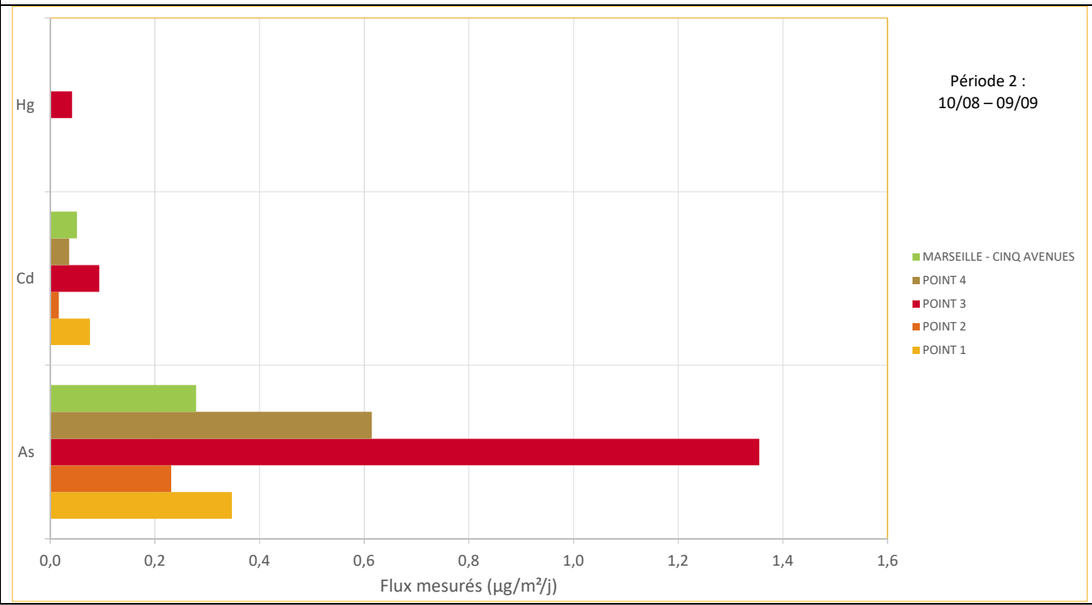
Les graphiques suivants présentent les flux mesurés dans les particules sédimentables pour les principaux ETM, sur chacune des 2 périodes de mesures.

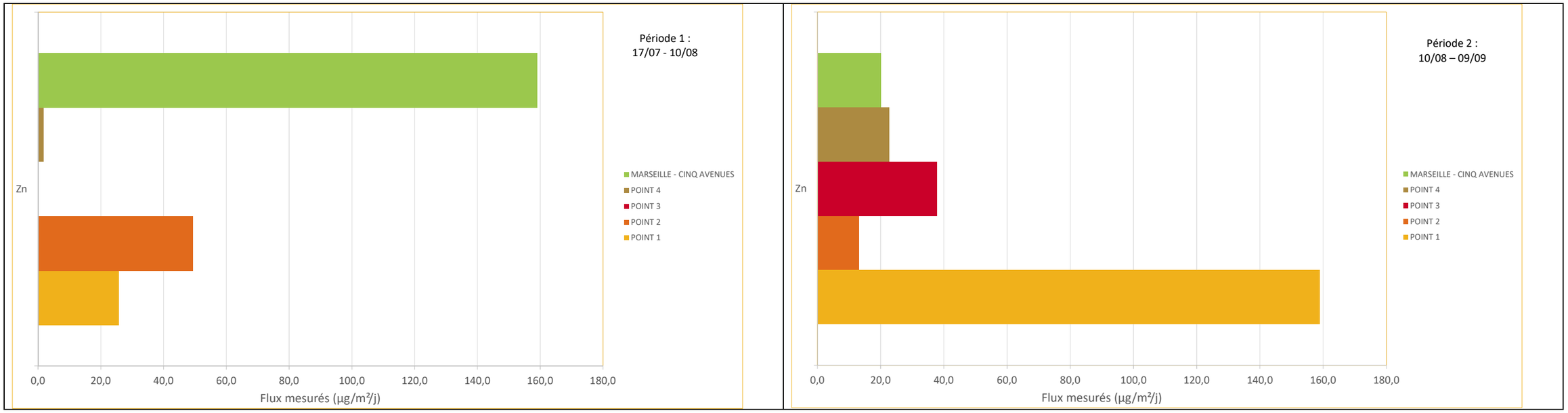
A noter qu'aucune donnée n'est disponible pour le point 3 sur la 1ère période de mesure. Aucune information ne nous a été fournie par AIR PACA à ce sujet.


Période 1 :
17/07 - 10/08
Pb
Ni
Cu
Cr
0,0
5,0
10,0
15,0
20,0
25,0
30,0
Flux mesurés (µg/m²/j)
MARSEILLE - CINQ AVENUES
POINT 4
POINT 3
POINT 2
POINT 1


Période 2 :
10/08 – 09/09
Pb
Ni
Cu
Cr
0,0
2,0
4,0
6,0
8,0
10,0
12,0
14,0
16,0
Flux mesurés (µg/m²/j)
MARSEILLE - CINQ AVENUES
POINT 4
POINT 3
POINT 2
POINT 1


Période 1 :
17/07 - 10/08
Hg
Cd
As
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
1,4
1,6
1,8
Flux mesurés (µg/m²/j)
MARSEILLE - CINQ AVENUES
POINT 4
POINT 3
POINT 2
POINT 1


Période 2 :
10/08 – 09/09
Hg
Cd
As
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
1,2
1,4
1,6
Flux mesurés (µg/m²/j)
MARSEILLE - CINQ AVENUES
POINT 4
POINT 3
POINT 2
POINT 1



Pour ces 8 ETM, les résultats mettent en évidence des tendances similaires sur les 2 périodes, avec notamment :

- Des flux plus importants pour le zinc que pour les 7 autres ETM, et des flux plus faibles pour l'arsenic et le cadmium que pour le chrome, le cuivre, le nickel et le plomb.
- Des flux en mercure nuls (à l'exception du point 3 sur la 2ème période qui présente un flux très faible de 0,04 µg/m^3/j)

Sur la période 1 (17/07 – 10/08), on remarque que les flux sont plus importants sur le point 4 (Sud-Ouest du crassier) que sur les autres points, pour tous les métaux à l'exception du zinc, pour lequel le flux le plus important est mesuré sur le point témoin. Les points 1 et 2 présentent des flux équivalents pour tous les métaux sur cette période.
Sur la période 2 (10/08 – 09/09), on remarque des flux importants sur la station 3 au Nord-Est du crassier (pour laquelle aucune donnée n'est disponible sur la période 1) pour tous les métaux. Pour le zinc, la station 1 se distingue avec des flux 4 à 8 fois supérieurs à ceux mesurés sur les autres stations.

Il n'existe pas de valeurs limites françaises ou européennes relatives aux retombées de métaux lourds à partir de l'atmosphère, mais uniquement des valeurs limites admissibles pour l'environnement fixées par la Suisse et/ou l'Allemagne ou valeurs synthétisées par l'INERIS en 2012[36]. L'ensemble des valeurs de comparaison est repris en annexe du rapport AtmoSud, présenté en annexe A8.1 du présent rapport.

Aucun dépassement des valeurs limites existantes (référentiel allemand ou suisse) **n'a été mis en évidence**. Des teneurs supérieures aux valeurs de comparaison en zone urbaine issues du rapport de l'INERIS ont été mises en évidence pour plusieurs composés : Baryum (Ba), Chrome (Cr), Sodium (Na), Plomb (Pb), Titane (Ti), Vanadium (V) et Zinc (Zn).

Si l'on prend en compte l'ensemble des éléments recherchés, les teneurs en ETM mesurées dans les particules sédimentables montrent des niveaux supérieurs à proximité du crassier par rapport au site témoin pour les éléments suivants notamment :

- Plomb, cuivre, chrome et arsenic au niveau du point 4 (et également du point 1 pour l'arsenic) sur la 1ère période, et au niveau des points 1, 3 et 4 (point 1 équivalent à la station témoin pour le cuivre) sur la 2ème période.
- Zinc au niveau du point 1 uniquement, et sur la 2ème période de prélèvement uniquement
- Sodium (Na), potassium (K) et Zircon (Zr) sur toutes les stations pour les 2 périodes de prélèvements, en lien pour partie avec un apport marin
- Vanadium(*) sur le point 4 uniquement et lors de la 1ère période de prélèvement uniquement
- Antimoine (Sb) sur les points 1, 4 et surtout 3 lors de la 1ère période de prélèvement
- Bore (B), Cobalt (Co) et calcium (Ca) sur les 4 points de prélèvements, lors de la 2ème période uniquement,
- Barium (Ba)(*) sur le point 4 pour les 2 périodes de prélèvements

(*) Le Vanadium est plutôt associé dans les minerais de pyrite employé pour la production d'acide tartrique alors que le Baryum est plutôt associé aux minerais de plomb. Ces deux composés sont donc présents à des concentrations non naturelles dans le crassier).

La station 2, implantée à environ 150 m du crassier au niveau du groupe scolaire Madrague de Montredon, présentent des flux presque toujours équivalents ou plus faibles que la station témoin. **L'impact du crassier sur la qualité des particules pour certains métaux apparait donc limité dans l'espace (**moins de 150 m sur la base des mesures réalisées) **et sans impact au niveau du gymnase sur la période de référence.**

[36] Niveaux des dépôts atmosphériques totaux métaux et PCDD/F mesurés autour d'ICPE en France (1991 – 2012) – Décembre 2012 – réf.INERISDRC-12-120273-13816A

Pour permettre de comparer les résultats des points de mesures à ceux de Marseille/Longchamp un travail de normalisation des mesures a été effectué par AtmoSud pour s'affranchir des variations de poussières recueillies entre les sites.

Le rapport AtmoSud conclut que « Après normalisation par rapport aux poussières des métaux traceurs de l'activité passée du site, seules les teneurs de l'arsenic et de l'antimoine sont significativement supérieures à celles du site témoin de Marseille/Longchamp, sur au moins un point de mesures au cours de la campagne.

Ces fortes teneurs témoignent de l'envol de poussières de la zone d'intérêt et de la parcelle avoisinante.

Des teneurs supérieures sont également observées :

- En calcium et en sodium : elles s'expliquent par la proximité immédiate de la mer par rapport aux points de mesures ;
- En bore, zinc et zirconium. »

➢ **Conclusions**

Ainsi, l'étude Air PACA ne met en évidence aucun dépassement des valeurs de référence relatives à la qualité de l'air dans le secteur du site Légré Mante sur la période référencée et dans les contraintes de vent du moment.

Les résultats montrent un envol de poussières plus important aux abords du crassier par rapport au site témoin, avec des flux d'ETM plus importants autour du crassier pour notamment le plomb, le cuivre, le zinc (sur 1 des 2 périodes de mesure uniquement), le chrome ou l'arsenic dans un périmètre inférieur à 150m autour du site et principalement mesuré vers le sud-est (effet Mistral).

A titre informatif, **les études réalisées par AIRMARAIX[37] autour du site de l'Escalette en juin 2003 avaient mis en évidence des teneurs en PM10 significatives sur le site de l'Escalette comparativement à la station témoin** (station cinq avenue – même station témoin que pour l'étude AirPACA relative au site de la Madrague), avec une teneur moyenne sur 1 mois (47µg/m3) supérieure à la valeur limite annuelle (40 µg/m^3), et des dépassements de la valeur limite journalière (50µg/m^3) durant 10 jours sur les 28 de la campagne. L'interprétation des données aboutissait à conclure à une très vraisemblable **remise en suspension des particules PM10, associée avec un apport de plomb notamment**. Des flux notables de particules sédimentables, associés à des flux d'arsenic et de plomb, avaient également été mis en évidence au niveau des zones de sol nu du site.

Le rapport d'AIRMARAIX concluait à une « **influence toujours notable des sols sur les teneurs en métaux lourds des particules en suspension et sédimentables dans le secteur de l'Escalette** ».

Les phénomènes observés aujourd'hui sur le crassier dans le cadre des investigations menées par AIR PACA courant 2017 ne mettent pas en évidence une influence notable de ce dernier sur la qualité en métaux lourds des sols hors site.

Afin de conforter cette analyse, le crassier étant considéré comme source potentielle « active », nous proposons de réaliser un calcul d'inventaire, à partir de la qualité des sols de surface mise en évidence dans le cadre de l'IEM hors site et de le comparer au calcul de flux de particules (en µg/cm²) sur une période donnée de prélèvements, issus des investigations AIR PACA (au moyen de jauges OWEN).

Le tableau suivant présente les résultats des investigations AIR PACA et le calcul de flux atmosphérique, permettant de déterminer la quantité de métaux déposés selon 3 simulations d'impact (30, 70 et 100 ans).

[37] Campagne de mesures temporaires juin 2003 – Particules et métaux lourds sur le site de l'Escalette (Marseille) - https://www.airpaca.org/sites/paca/files/publications_import/files/030600_AirPACA_campagne_mesure_l_escalette_marseille_net.pdf

Paramètres	As	Cd	Cu	Pb	Zn
LD (mg/éch)	2,0E-05	3,0E-06	5,0E-05	3,0E-05	5,0E-04
LQ (mg/ech)	5,0E-05	1,0E-05	1,5E-04	1,0E-04	1,5E-03
Unité	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour
Points de mesure	**Valeur moyenne sur les 2 périodes de prélèvements (du 17/07/2017 au 10/08/2017 et du 10/08/2017 au 08/09/2017) ***				
POINT 1	1,10	0,08	14,19	11,54	**39,81**
POINT 2	0,37	0,03	8,02	4,69	31,32
POINT 3	**1,35**	**0,09**	14,76	12,92	37,87
POINT 4	1,09	0,07	**17,13**	**17,23**	12,29
** Une seule campagne exploitable au POINT 3 (pas de données transmises par AirPACA sur la période du 17/07/2017 au 10/08/2017)*					
SIMULATION IMPACT SUR 30 ANS AVEC VALEUR MAX					
Quantité de métaux déposés en mg en 30 ans	14,84	1,02	187,52	188,70	435,95
SIMULATION IMPACT SUR 70 ANS AVEC VALEUR MAX					
Quantité de métaux déposés en mg en 70 ans	24,03	1,75	314,92	248,29	928,35
SIMULATION IMPACT SUR 100 ANS AVEC VALEUR MOX					
Quantité de métaux déposés en mg en 100 ans	34,34	2,50	449,88	354,70	1 326,21

Par ailleurs, nous avons procédé à un calcul d'inventaire qui est proposé dans le tableau suivant, basé sur la qualité des sols de surface déterminée dans le cadre de la présente IEM.
Les échantillons ont été sélectionnés, en raison de leur positionnement en zone d'influence potentielle du crassier avec des gammes de concentrations en ETM dans les sols, suffisamment larges pour disposer de sols présentant des teneurs modérées ainsi que des sols à teneurs fortes. Nous avons également sélectionné des parcelles hors emprise du rayon d'influence supposé de 150 m autour de la parcelle B.

Notons que dans une démarche volontairement conservatrice, nous n'avons retenu que les concentrations dans les 5 premiers centimètres de sols. L'exercice d'inventaire jusqu'au bout du profil a été réalisé uniquement sur les sols de l'échantillon S8Z89 (dont la qualité chimique est homogène sur les 40 premiers centimètres) afin de mettre en évidence l'importance de l'épaisseur de sol considérée dans le calcul.

QUANTITES DE METAUX CALCULEES DANS LES SOLS DE SURFACE HORS SITE (sur la base des investigations IEM) Hypothèses : chaque échantillon est représentatif de 1 m² et la densité est fixée à 1800 kg/m3. Calcul : quantité de métaux = [Concentration] x Hauteur de sol x 1 m² x densité						
Echantillons sélectionnés	**Unité**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Echantillon S2Z6TM2 (0-0,05)	teneurs en mg/kg MS	12,40	1,19	83,50	223,00	501,00
	teneurs corrigées du BdF en mg/kg MS (*)	0,00	0,14	0,00	101,00	328,00
	mg de métaux	0,00	12,33	0,00	9 090,00	29 520,00
Echantillon S3Z2TM2 (0-0,05)	teneurs en mg/kg MS	22,30	0,98	83,00	398,00	500,00
	teneurs corrigées du BdF en mg/kg MS (*)	0,00	0,00	0,00	276,00	327,00
	mg de métaux	0,00	0,00	0,00	24 840,00	29 430,00
Echantillon S4Z43TM1 (0-0,05)	teneurs en mg/kg MS	11,30	0,90	76,50	259,00	340,00
	teneurs corrigées du BdF en mg/kg MS (*)	0,00	0,00	0,00	137,00	167,00
	mg de métaux	0,00	0,00	0,00	12 330,00	15 030,00
Echantillon S5Z1TM1 (0-0,05)	teneurs en mg/kg MS	23,00	0,48	66,10	467,00	1 040,00
	teneurs corrigées du BdF en mg/kg MS (*)	0,00	0,00	0,00	345,00	867,00
	mg de métaux	0,00	0,00	0,00	31 050,00	78 030,00
Echantillon S8Z89TM1 (0-0,05)	teneurs en mg/kg MS	18,30	1,51	110,00	416,00	866,00
	teneurs corrigées du BdF en mg/kg MS (*)	0,00	0,46	9,00	294,00	693,00
	mg de métaux	0,00	41,13	810,00	26 460,00	62 370,00
Echantillon S8Z89TM1 (0,05-0,4)	teneurs en mg/kg MS	18,80	1,54	125,00	521,00	857,00
	teneurs corrigées du BdF en mg/kg MS (*)	0,00	0,49	24,00	399,00	684,00
	mg de métaux	0,00	350,64	17 280,00	287 280,00	492 480,00
(*) Afin de procéder à un calcul ne tenant compte que de la teneur en métaux anthropique, nous avons pour chaque éléments soustrait à la teneur enregistrée, la valeur de bruit de fond géochimique retenue, à savoir : la borne haure "sols ordinaire" pour l'Arsenic et les valeurs maximales RMQS sur les cellules 2203 et 2202 pour chaque élément.						
SIMULATION						
Gammes de concentration	**Unité**	**As**	**Cd**	**Cu**	**Pb**	**Zn**
Valeur minimale	mg de métaux	0,00	0,00	0,00	9 090,00	15 030,00
Valeur maximale	mg de métaux	0,00	12,33	0,00	31 050,00	78 030,00
Nombre d'années de retombées nécessaire pour atteindre ces niveaux de concentration dans les sols de surface (0-0,05 m) par la seul retombées de poussières en provenance du crassier (vent / impact actuel)	**sur la base des minimums**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**1 445,17**	**1 034,30**
	sur la base des maximums	**0,00**	**360,92**	**0,00**	**4 936,47**	**5 369,67**

Comme présenté dans les deux dernières lignes du tableau, le temps de dépôts nécessaire pour atteindre les quantités de métaux enregistrées dans les sols de surface environnants pour le plomb et le zinc a été calculé respectivement à 1 400 et 1 000 ans, en tenant compte des plus faibles concentrations exploitées et jusqu'à plus de 4 900 ans en considérant les teneurs maximales sur les échantillons de sols de surface sélectionnés.

Afin d'illustrer l'impact du profil retenu pour le calcul (en considérant par exemple que les sols de surface impactés par retombés ont été remaniés) le même type de calcul a été réalisé avec les 0.4 m de sols au droit de l'échantillon S8Z89. Les quantités de métaux en mg sont multipliées d'un facteur 10 par rapport au calcul avec les sols de surface et le temps de dépôts nécessaire pour atteindre les quantités de métaux enregistrées dans les sols pour le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc est respectivement de 13 000, 2 700, 45 600 et 109 000 ans.

Remarque :

- le constat reste équivalent en considérant les flux maximum enregistrés sur l'étude Air PACA et non plus les flux moyens, ces durées sont ramenées aux nombres d'années suivantes : 960 et 760 ans pour le plomb et le zinc (avec les teneurs minimales), de 1 000, 3 200 et 3 900 ans (avec les teneurs maximales pour le Cd, le Pb et le Zn) et 9 000, 30 000 et 59 000 ans en considérant les 0.4 m sur S8Z89.
- Dans une démarche majorante en considérant des teneurs « naturelles » 2 fois supérieures au bruit de fond retenu, il apparait toujours, en retenant les valeurs maximales, que le temps nécessaire pour atteindre les niveau d'anomalies en Pb et en Zn dans les sols de surface reste non réaliste avec 3 000 à 4 000 ans (pour le Pb et le Zn).

Il apparait clairement que la contribution atmosphérique, même en considérant une faible hauteur de sol, reste négligeable pour la qualité des sols de surface environnant mesuré.

Enfin, nous ne disposons pas de mesure dans le secteur des carneaux haut partiellement démolis qui constituent également une source qui peut être considérée comme encore potentiellement « active ». Le rayon d'influence constaté au niveau du crassier, qui est bien plus soumis aux vents que la zone de carneaux démolis, n'excède pas les 150 m. Si on applique ce rayon d'influence à la zone de carneaux, un impact en zone résidentielle est peu probable.

14. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION CONSTATEE

L'ensemble des informations recueillies (résultats analytiques, observations organoleptiques et mesures in situ) a permis de mettre à jour le schéma conceptuel d'exposition constatée qui intègre les informations recueillies et les voies de transfert avérées.

Tableau 27 : Pertinence des différentes voies d'expositions potentielles hors site

SECTEUR	ZONES POTENTIELLES D'EXPOSITION ET USAGE ACTUEL	PRINCIPAUX TRANSFERT(S) A ENVISAGER	PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION A ENVISAGER	PRINCIPALES CIBLES A PRENDRE EN COMPTE	MILIEUX CONTAMINES : POLLUANTS MAJORITAIRES
HORS SITE	Maisons d'habitation	Envol de poussière vers les sols voisins	Ingestion de sol et poussières / contact cutané	Risque potentiel Usagers des jardins voisins du site	**SOLS : ETM** **Anomalies* mises en évidence pour l'arsenic, le cadmium, le plomb, le zinc (et le cuivre dans une moindre mesure)**
		Du sol vers les végétaux	Ingestion d'aliments contaminés	Risque potentiel Usagers des jardins voisins du site avec potager / verger**	
		Envol de poussière vers l'air ambiant	Inhalation de particules	Risque potentiel Riverains	**L'étude Air PACA montre néanmoins que le crassier n'est vraisemblablement pas à l'origine d'envol de poussières impactées par les métaux au-delà de 150 m du crassier**
		Du Sol vers les eaux souterraines : exposition directe	Ingestion d'eau contaminée – usage de puits privés	Sans objet *Pas de captage déclaré ou répertorié en aval hydraulique du site (secteurs 1 et 3)* *Les visites de terrain ont permis d'identifier 1 seul puits non utilisé en secteur 5 en latéral hydraulique*	**EAUX SOUTERRAINES : ETM, HCT, HAP, BTEX, PCB, CN** **Risque négligeable** Les essais de lixiviation réalisés dans le cadre des études antérieures sur le Site de la Madrague montrent un potentiel intrinsèque d'émission faible
		Des eaux souterraines vers les aliments (irrigation des cultures et potagers, abreuvage des animaux d'élevage)	Ingestion d'aliments contaminés		
		Des eaux souterraines vers l'Air ambiant des habitations et/ou bâtiments	Inhalation d'air pollué	Occupants des bâtiments voisins du site	Sans objet : absence de polluants volatils
	Du sol vers l'eau du robinet par perméation de composés volatils à travers les canalisations	Ingestion d'eau contaminée	Occupants des bâtiments voisins du site	Sans objet : absence de polluants volatils	Du sol vers l'eau du robinet par perméation de composés volatils à travers les canalisations
	Parc des calanques (chasse, randonnée)	Envol de poussière vers les sols voisins	Ingestion de sol et poussières / contact cutané	Risque potentiel Usagers des jardins voisins du site	**SOLS : ETM** **Anomalies* mises en évidence pour l'arsenic, le cadmium, le plomb, le zinc (et le cuivre dans une moindre mesure)**
		Du sol vers les végétaux (plantes aromatiques) et la faune	Ingestion d'aliments contaminés	Risque potentiel Activités de chasse et randonnée pratiquées dans les calanques	
	Mer	Des eaux souterraines vers la mer puis la faune marine	Ingestion d'aliments contaminés	Risque potentiel Activités de pêche pratiquées en mer bordant le site Baignade et activités de plaisance sur la plage (Plage cependant interdite à proximité de la parcelle B)	**EAU DE MER, SEDIMENTS, OURSINS** **Pas d'anomalie mise en évidence dans les échantillons analysés**

* A noter que les études réalisées ont permis de démontrer que ces anomalies métalliques ne peuvent pas être attribuées exclusivement aux activités historiques du site de la Madrague, sauf dans le périmètre très proche de la cheminée verticale.

** Les usages recensés sur les parcelles présentent une majorité de jardins et seulement 12 parcelles à usage de potager (2 avec uniquement un potager et 10 avec potager + arbre fruitier) et 18 parcelles de type vergers (présentant des arbres fruitiers – 8 avec uniquement 1 ou des arbre(s) fruitier(s) et 10 avec potager + arbre fruitier).

15. PRISE EN COMPTE DES RISQUES DE TRANSFERT ULTERIEURS ET AUTRES IMPACTS POTENTIELS

Au regard des teneurs en ETMM mises en évidence dans le Parc des calanques (zone de la cheminée verticale et zone des carneaux hauts) et au niveau du crassier parcelle B, ces secteurs peuvent être à l'origine de transferts ultérieurs de polluants dans l'environnement.

Les principaux phénomènes à l'origine d'un risque de transfert qui sont identifiés sont les suivants :

- Transferts par ruissellement ou infiltration d'eaux de pluie,
- Transferts potentiels en cas d'incendie.

Remarque : Ces deux mécanismes de transferts pour le crassier parcelle B sont soit impossible (incendie) ou soit très limités (infiltration et remobilisation des métaux : cf. étude ANTEA et SOCCOTEC).

Le risque de transfert lié à l'infiltration et au ruissellement concerne également le site à l'étude en lui-même (parcelles A et C). On rappelle en effet que les terrains à l'étude sont en partie non imperméabilisés ; l'infiltration dans les sols est donc prépondérante sur les secteurs concernés.
Rappelons également l'existence d'une pente générale des terrains vers le Nord, ainsi que l'existence de réseaux passant sous l'avenue de la Madrague jusqu'à la parcelle B, pouvant être à l'origine de transfert d'eaux de ruissellement en provenance du site à la mer.

La parcelle C quant à elle dispose d'un réseau de collecte des eaux pluviales permettant de limiter les phénomènes d'infiltration dans les secteurs disposant d'un recouvrement des sols de surface.

Les transferts potentiels en provenance du site ont été pris en compte au niveau de schéma conceptuel et les impacts potentiels ont été pris en compte au travers des investigations réalisées, notamment sur le milieu marin (cf paragraphe 12).

On rappelle également que les impacts potentiels sur la qualité des eaux superficielles sur site (canal de Marseille notamment) ont été étudiés au travers des investigations réalisées, présentées dans le paragraphe 11.

Ainsi, le présent chapitre s'intéresse uniquement aux transferts potentiels en provenance des calanques.

15.1 Transferts potentiels par ruissellement et infiltration

On rappelle que le régime de pluie régional (cf paragraphe 3.4) est de nature à favoriser les ruissellements, qui sont susceptibles d'entrainer les particules de sols impactés par les métaux lourds mis en évidence en pied de cheminée et dans le secteur chasse notamment.

15.1.1 Identification des voies de ruissellement

A partir des cartes IGN, les thalwegs et les crêtes ont été repérés dans le secteur d'étude permettant ainsi de repérer les axes d'écoulements préférentiels des eaux de ruissellement.

Ces axes d'écoulement sont visibles sur la cartographie donnée suivante :

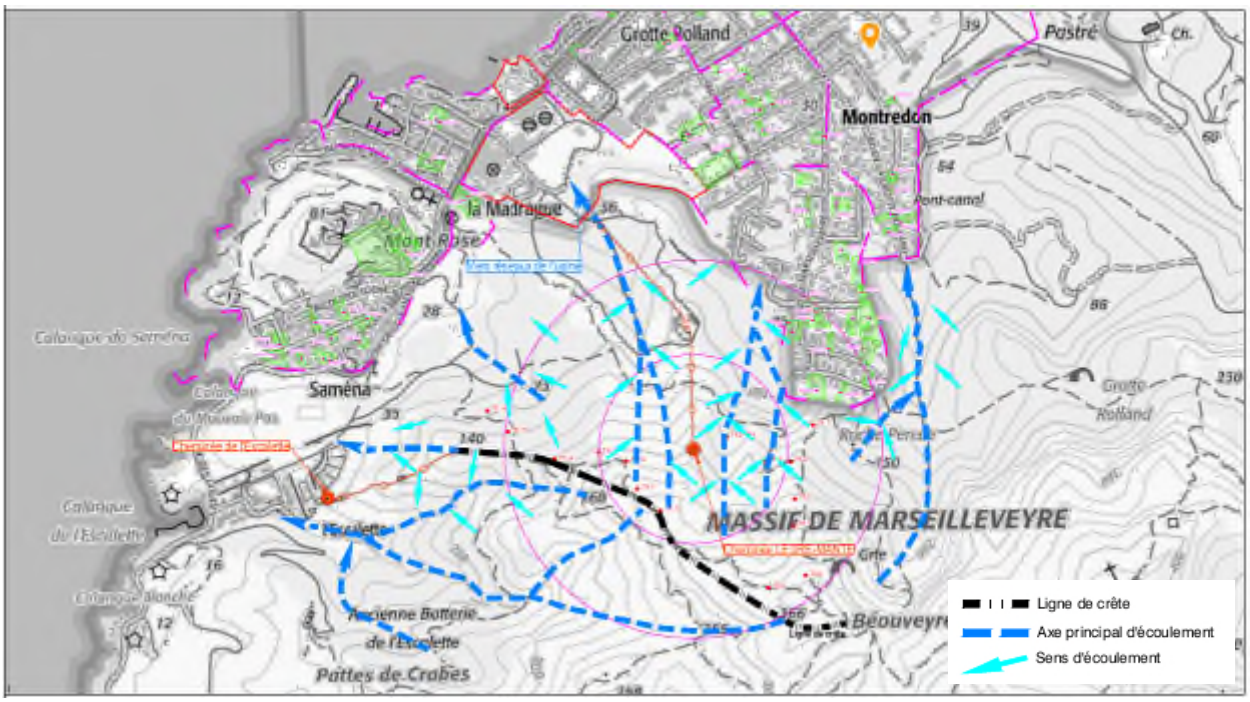
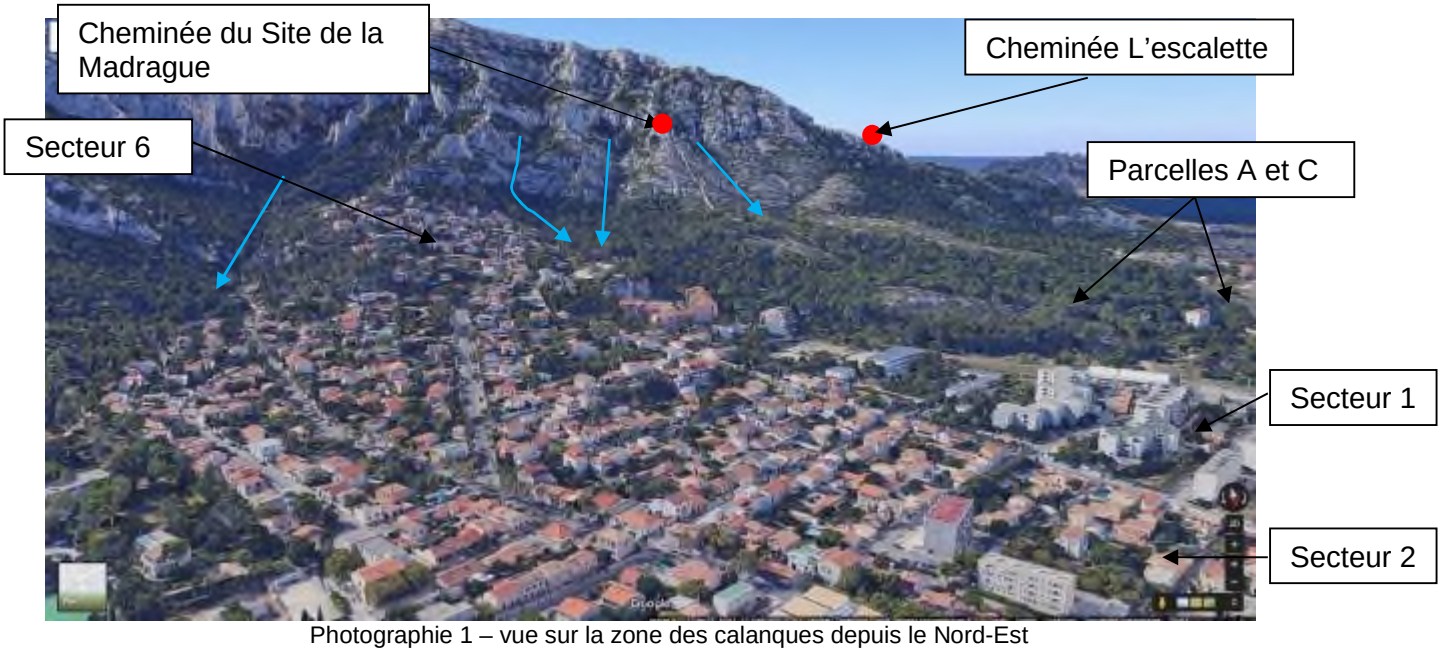


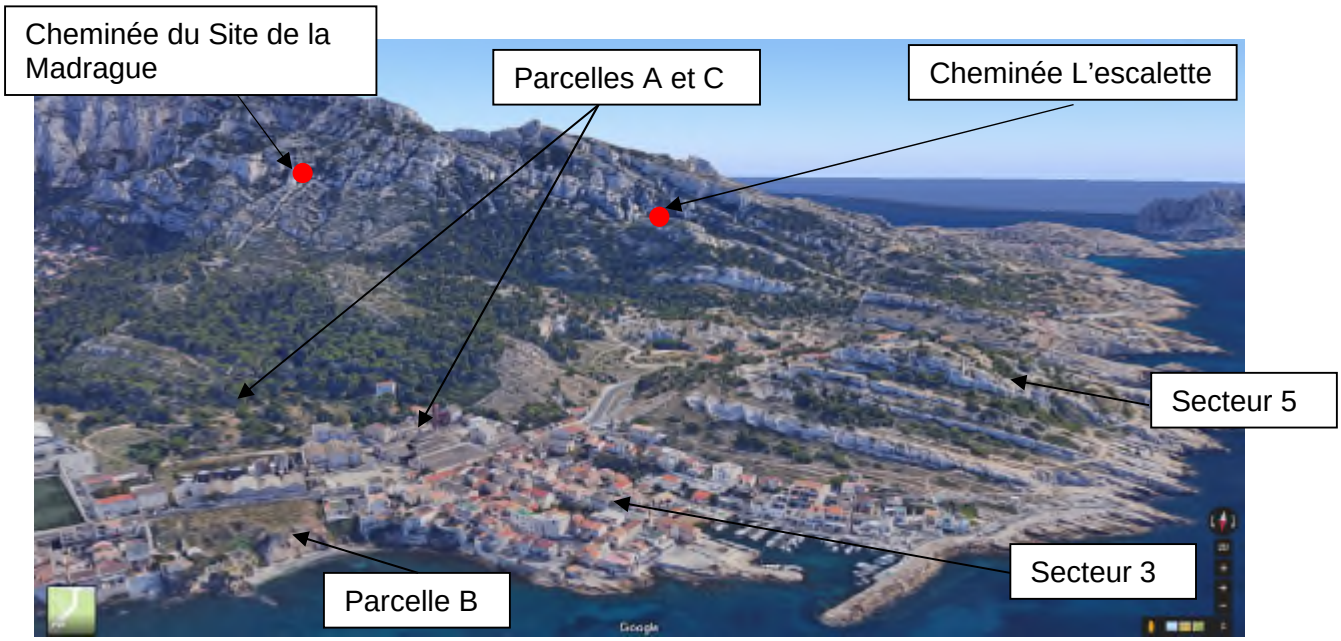
Figure 77 : Cartographie des axes d'écoulement

De plus, les photographies aériennes 3D présentées ci-dessous permettent de visualiser la topographie générale du site. Ces photographies confirment bien que les cheminées rampantes sont positionnées sur des crêtes.
Ainsi les eaux de pluie tombant sur le secteur de la cheminée rampante peuvent prendre deux directions d'écoulement : soit selon un talweg rejoignant la partie usine au Nord-Ouest, soit vers la zone résidentielle de Montredon.

La photographie 1 met en évidence que les premiers lotissements situés en pied de colline (secteur 6) sont sur une zone surélevée, avec de part et d'autre des axes d'écoulement. Ainsi, ces secteurs habités apparaissent non vulnérables à une pollution éventuelle liée au ruissellement issu de la zone de la cheminée.



Photographie 1 – vue sur la zone des calanques depuis le Nord-Est



Photographie 2 - vue sur la zone des calanques depuis le Nord

15.1.2 Facteurs limitant ou favorisant le risque de transfert par les eaux

Le transfert de particules par les eaux de ruissellement dépend de plusieurs facteurs :

- **la pluie :** agent essentiel de l'érosion. Le potentiel érosif de la pluie est déterminé par les caractéristiques de l'événement pluvieux : intensité, durée et saisonnalité. Le potentiel érosif du ruissellement est quant à lui déterminé par l'énergie cinétique et la vitesse de l'eau,
- **la topographie** du terrain qui peut concentrer les ruissellements dans des zones spécifiques comme les thalwegs et augmenter les vitesses de ruissellement lorsque les pentes sont importantes,
- **la nature du sol** : la résistance du sol à l'érosion est déterminée par la stabilité structurale (capacité d'une motte de terre à ne pas se fragmenter sous l'effet de la pluie et de l'humectation). La capacité des sols à infiltrer les eaux détermine aussi les ruissellements.
- **le recouvrement des sols :** le couvert végétal limite l'impact des gouttes de pluie et donc limite l'arrachement des particules. D'autre part, la végétation limite également le ruissellement.

Les précipitations, le relief, la nature du sol et la végétation sont des facteurs qui influencent le ruissellement et l'érosion.

Dans les calanques, à partir de la zone de la cheminée notamment, le transfert peut s'effectuer soit par voie souterraine (infiltration) des eaux dans les sols de nature karstique, soit par voie superficielle (ruissellement sur les sols).

La topographie fortement marquée sur la zone des calanques (pente très importante, versant de colline) favorise les transferts en surface et contribue à de fortes vitesses d'écoulement.

La présence d'espaces naturels et végétalisés sur des secteurs moins pentus peut quant à elle limiter les transferts. Le couvert végétal contribue à limiter la pollution des eaux souterraines en piégeant les éléments qui pourraient être entrainés par lessivage des sols et en limitant le ruissellement.

Par conséquent, les zones naturelles se trouvant en pied de versant sont susceptibles de piéger les particules transportées par les eaux de ruissellement.

15.2 Transferts potentiels en cas d'incendie

Dans un contexte de changement climatique en région méditerranéenne, un réchauffement global des températures est observé et la végétation est de plus en plus fréquemment soumise à de longues périodes de sécheresse. Ces conditions météorologiques sont propices aux grands incendies.
Le territoire du Parc National des Calanques est ainsi particulièrement concerné par un important risque incendie. Il a déjà été le lieu de nombreux départs de feu et de deux incendies majeurs au cours des dernières décennies (juillet 2009 et septembre 2016 avec respectivement 1077 ha et 300 ha brûlés).

En cas d'incendie, 2 risques de transferts majeurs sont identifiés :

- Transferts liés aux apports d'eau visant à éteindre l'incendie. *Le risque de transfert par entrainement de la pollution par les eaux a été abordé dans le paragraphe précédent*;
- Transferts liés aux effets du feu sur les sols et les végétaux, qui peuvent entrainer une remobilisation des ETMM.

Il est ici présenté quelques données relatives à cette thématique, issues de différentes publications scientifiques.

A noter qu'un projet de recherche en lien avec ce sujet vient de débuter : projet ECCOREV 2018 – Etude interdisciplinaire préliminaire pour l'évaluation des risques croisés sur un territoire contaminé en métaux et métalloïdes du Parc national des Calanques. Ce projet doit se focaliser dans un 1er temps sur le site de l'Escalette, et vise notamment à approfondir la compréhension de sa vulnérabilité dans le cadre des changements climatiques. Il s'agit de mettre en œuvre une démarche multifactorielle qui permettrait de définir et proposer des modalités de gestion durable des sols contaminés par la pollution diffuse, tout en favorisant la biodiversité locale spontanée.

Une étude relative au transfert du plomb d'origine anthropique dans les sols et l'atmosphère a été réalisée sur des sols d'Israël[38]. Dans ce cadre, des échantillons ont été prélevés 1 mois après un feu de forêt majeur. Ces échantillons présentaient les teneurs les plus élevées en plomb dans les sols de surface – 0- 5 cm, avec une teneur de 1050 ppm, 100 fois plus élevée que dans les sols sous-jacents (12 ppm à 33 cm de profondeur), et 10 fois plus élevées que sur l'échantillon de surface prélevé dans le même secteur mais en dehors de la zone incendiée. Parmi les différents éléments recherchés dans les sols, seuls le plomb et le zinc ont mis en évidence des teneurs aussi élevées. Cette observation exclut la possibilité que le feu ait brûlé le sol supérieur et modifié sa structure, pré-concentrant ainsi le plomb dans la couche supérieure. Il est plus probable que le plomb et le zinc, qui sont connus pour être émis par des sources anthropiques dans l'atmosphère en grande quantité, s'étaient accumulés dans la canopée de la forêt pendant plusieurs années et ont été libérés dans le sol par le feu. Cette explication est soutenue par la valeur isotopique du plomb dans l'échantillon de sol brûlé, qui est similaire à la valeur isotopique moyenne du plomb anthropogénique dans les sites à proximité des routes.

Ainsi, l'un des effets potentiels direct des incendies est le relargage des métaux accumulés dans les parties aériennes des végétaux qui se développent sur les sols impactés.

D'autres études ont mis en évidence des modifications des propriétés des sols suite à des incendies. Différentes études ont en effet été menées sur des sites après des incendies naturels ou prescrits.

Une revue des études examinant les impacts à court et à long terme des incendies prescrits sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol[39] souligne que les incendies prescrits affectent les propriétés du sol mais les effets diffèrent grandement selon les caractéristiques initiales du sol, la végétation ou le type d'incendie. De plus, il est possible de voir que les propriétés physiques et biologiques du sol sont plus fortement affectées par les incendies prescrits que ne le sont ses propriétés chimiques. Enfin, il apparait que les incendies prescrits constituent clairement une perturbation de l'environnement (positive, neutre ou négatif selon les propriétés du sol étudiées), mais la plupart des études examinées font état d'une bonne récupération et leurs effets pourraient être moins prononcés que ceux des feux sauvages en raison du réchauffement limité du sol et des plus faibles intensité et sévérité du feu.

Une étude relative aux incendies prescrits réalisée en région méditerranéenne, dans le parc naturel du Montesinho au Portugal[40] a mis en évidence des modifications des propriétés des sols sur les 20 premiers centimètres après un incendie, malgré une faible intensité du feu. Un retour aux valeurs mesurées avant le feu est observé 6 mois après l'incendie pour le pH, la conductivité et la teneur en matière organique. Ce retour aux teneurs initiales n'a pas été observé en ce qui concerne les valeurs des bases et des acides échangeables, du potassium et du phosphore

[38] Y. Erel, A. Veron, and L. Halicz (1997) Tracing the transport of anthropogenic lead in the atmosphere and in soils using isotopic ratios. *Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 61, No 21, pp. 4498-4505*
[39] M. Alcaniz, L. Outeiro, M. Francos, Z. Ubeda (2017). Effects of prescribed fires on soil properties : A review. Science of the Total Environment 613-614, 944-957.
[40] F. Fonseca, T. de Figueiredo, C. Nogueira, A. Queiros (2017). Effect of prescribed fire on soil properties and soil erosion in a Mediterranean mountain area. Geoderma 307, 172-180

extractible. Le ruissellement et l'érosion ont été contrôlés pendant 14 mois après l'incendie, et les résultats ont mis en évidence des pertes annuelles équivalentes à 10,3 mm de ruissellement et 1,3 mg/ha de perte de sol.

D'autre part, une étude menée dans une forêt d'eucalyptus dans l'est de l'Australie[41] a mis en évidence les effets du feu sur la qualité et la quantité de matière organique du sol. A court terme, le feu entraine une augmentation de la teneur en matière organique, attribuée à la production de charbon de bois en surface et à son incorporation dans le profil de sol, et également à la mortalité des racines du sol.

Enfin, plusieurs études se sont intéressées aux effets des incendies sur la mobilisation des éléments, et notamment des métaux.

Une revue des études traitant du risque de mobilisation post-feu des métaux dans les ressources en eau de surface [42] indique que les feux de forêt d'intensité modérée à élevée sont capables de modifier les propriétés du sol et de libérer les métaux séquestrés dans les particules de sol, la matière organique du sol et les fragments de végétation par le biais d'un ensemble relativement complexe de processus. En outre, l'augmentation du taux d'érosion post-feu par le ruissellement des pluies et les vents forts facilite le transport rapide de ces métaux vers le bas et vers l'aval. Les dépôts de métaux subséquents dans le sol et les plans d'eau distaux peuvent influencer la qualité de l'eau de surface.
Ainsi, une augmentation de 3 ordres de grandeurs des teneurs en plomb et en cadmium a été observée (par rapport à la concentration avant le feu) dans un bassin hydrographique urbain et une augmentation des concentrations de As, Fe, Pb, Mn et Ni ont été observés dans des échantillons d'eau prélevés dans la zone brûlée, tous deux après un incendie survenu en Californie (États-Unis) en 2009.

La matière organique du sol et le pH sont les deux paramètres importants qui contrôlent la libération et la mobilité des métaux dans l'écosystème forestier. Lorsque les métaux pénètrent dans la forêt, ils s'associent à la matière organique du sol car la plupart des métaux (Hg, Cu, Ag et Pb) ont une affinité pour celle-ci et s'y séquestrent avec une phase immobile. L'augmentation de la quantité de matière organique du sol dans l'écosystème forestier augmente les concentrations de métaux.
La corrélation entre la concentration de métal et le pH du sol et la matière organique dissoute (mesurée en carbone organique dissous) a été établie et le pH est largement responsable de la solubilité des métaux, de la spéciation et de la mobilité. Un faible pH augmente la solubilité et la mobilité. Le carbone organique dissous forme des liaisons fortes et des complexes avec les ions métalliques. La mobilité du Zn, du Cd et du Ni est fortement influencée par le pH du sol et ces éléments sont considérablement mobilisés lorsque le pH du sol est faible ; alternativement, la mobilité de Cu et de Pb dépend fortement de la solubilité de la matière organique. Les études sur le terrain dans les bassins forestiers révèlent également que Cu et Pb montrent de fortes relations de mobilité positive avec le carbone organique dissous, tandis que la mobilité du Cd et du Zn dépend du pH. Ceci est soutenu d'autres études qui ont rapporté une corrélation positive entre la mobilité du Cu et du Fe avec le carbone organique dissous et des corrélations négatives avec la conductivité du sol et la concentration de sulfate.

Pendant l'incendie, la température élevée du sol est suffisante pour décomposer la liaison métal-acide humique, ce qui entraîne la libération de métaux dans le sol, l'air et l'eau. Des études en laboratoire indiquent que certains métaux (par exemple Hg) peuvent être complètement libérés de la matière organique du sol par le feu et cette libération dépend principalement de la sévérité du feu. Le pH élevé résultant de réactions neutres ou alcalines est attribuable à l'accumulation de métaux dans l'environnement du sol après l'incendie. Cependant, la diminution du pH quelques mois après le feu (dans la plupart des cas) en raison des précipitations intensives et du ruissellement augmente la mobilisation du métal. L'accumulation de nouveaux produits acides de décomposition des plantes à la surface du sol peut également intensifier ce processus.

La mobilité et la disponibilité des métaux dans les sols sont généralement faibles sous une forte teneur en matière organique et en argile. La minéralisation de la matière organique induite par le feu entraine une quantité importante de métaux dans les cendres et le sol prêts à être transportés, ce qui pourrait être une source de contamination du sol et de l'eau. Cette concentration de métaux après feu dépend de plusieurs facteurs : concentration de métaux dans le sol, types et densité de végétation dans la région, sévérité du feu, température maximale atteinte, durée de l'incendie, types de sol, parties de plantes brûlée, etc. Les sols contaminés par des métaux post-feu sont caractérisés par de faibles teneurs en matière organique du sol, de faibles niveaux de nutriments et un déséquilibre du pH. La diminution de la matière organique et de l'argile et l'augmentation du pH pendant le processus de combustion augmentent également la mobilité des métaux.

Dans le cadre d'une étude relative à la mobilisation des éléments potentiellement toxiques dans les sols forestiers du centre de l'Australie après un incendie contrôlé[43], des échantillons de sol de surface ont été prélevés 2 jours avant et

[41] E. U. Hobley, A. J. Le Gay Brereton, B. Wilson (2016) Forest burning affects quality and quantity of soil organic matter. Science of the Total Environment 575, 41-49
[42] J. Abraham, K. Dowling, S. Florentine (2017). Risk of post-fire metal mobilization into surface water resources : A review. Science of the Total Environment 599-600, 1740-1755.
[43] J. Abraham, K. Dowling, S. Florentine (2017). Controlled burn and immediate mobilization of potentially toxic elements in soil, from a legacy mine site in Central Victoria, Australia. Science of the Total Environment 616-617, 1022-1034.

après l'incendie. Les résultats d'analyses ont montré que les concentrations d'As, Cd, Mn, Ni et Zn ont augmenté respectivement de 1,1, 1,6, 1,7, 1,1 et 1,9 fois dans l'environnement de post-combustion, alors que les concentrations de Hg, Cr et Pb ont diminué à 0,7, 0,9 et 0,9 fois respectivement, soulignant une mobilité considérable des éléments pendant et après l'incendie. L'étude n'a pas permis d'identifier pas de très fortes corrélations entre les propriétés physicochimiques du sol et les éléments potentiellement toxiques dans les environnements pré- et post-brûlés, mais les éléments eux-mêmes ont montré des corrélations très fortes et significatives.

Dans le cadre d'une autre étude[44], les niveaux de V, Mn, Co, Ni, Cu, Cd et Pb ont été évalués dans des échantillons de sol et de cendres prélevés immédiatement après un feu sauvage dans le centre-nord du Portugal ainsi que 4 (après le premier événement de pluie post-feu), 8 et 15 mois plus tard. Le rôle du type de forêt a été déterminé en échantillonnant des plantations d'eucalyptus et de pins brûlés. Les principaux résultats de cette étude étaient les suivants: (1) les niveaux de V, Mn, Ni, Cd et Pb étaient systématiquement plus élevés dans les sols brûlés que dans les sols non brûlés, tandis que les teneurs en Co et Cu ne révélaient aucune différence; (2) le temps écoulé a affecté les éléments majeurs et traces de trois manières différentes: les concentrations de Mn et de Cd diminuaient brusquement après les premières pluies alors que les niveaux de V, Co et Ni augmentaient pendant les 8 premiers mois et les niveaux de Cu et Pb ont peu changé au cours de la période d'étude; (3) tous les éléments étudiés ont révélé des concentrations maximales dans les cendres immédiatement après le feu, qui ont ensuite fortement diminué quatre mois plus tard; (4) les niveaux de Co et Ni dans les sols et les cendres étaient plus élevés dans les plantations de pins que dans les plantations d'eucalyptus. Cette étude a souligné le rôle du feu sauvage dans l'augmentation des niveaux d'éléments majeurs et traces dans les cendres et la couche arable des plantations forestières et leur mobilisation au cours de la première année après le feu.

Enfin, dans le cadre d'une étude réalisée après d'importants incendies qui se sont produits à l'été 2007 sur la montagne Vidlic en Serbie[45] les principales caractéristiques du sol et la teneur en métaux lourds (Cu, Pb, Cd, Zn) dans différentes fractions obtenues après extraction séquentielle du sol des zones post-incendie et des zones non perturbées ont été étudiées. De plus, la distribution de métaux lourds dans les parties aériennes et les racines a été étudiée chez quatre espèces végétales de la famille des Lamiacées (Ajuga genevensis L., Lamium galeobdolon (L.) L., Teucrium chamaedrys L., Acinos alpinus (L.) Moench.), qui poussent dans les habitats typiques de la montagne
Pour tous les échantillons de la zone d'après-feu, la capacité d'échange cationique et la teneur en matière organique du sol ont augmentées tandis que le potentiel redox a diminué. L'évolution de la conductivité et du pH dépend des espèces végétales.

L'analyse des concentrations totales de métaux lourds dans les sols a montré que la majorité des échantillons prélevés dans la zone post-feu contenaient davantage de métaux analysés, sauf le Cd, ce qui peut être attribué aux caractéristiques du sol plutôt qu'à l'impact du feu. L'extraction séquentielle, qui a été réalisée pour identifier les changements dans la distribution du Zn, Cu, Cd et Pb dans les sols, a montré une teneur accrue en métaux lourds dans la fraction disponible pour les plantes, ainsi que dans les autres fractions, ce qui est une conséquence du feu.
Cet effet, probablement accompagné de transport aérien et aquatique de métaux lourds, a entraîné une teneur moyenne en Cd plus élevée dans toutes les plantes testées, Pb dans toutes les plantes sauf A. Alpinus, Zn dans T. Chamaedys et A. Acinos et Cu dans T. Chamaedrys. Les concentrations plus élevées de Pb enregistrées dans les parties aériennes de la plante et les faits connus concernant la mobilité des métaux dans les plantes indiquent que la voie de transfert probable du plomb vers la plante est à travers l'air, ce qui est un effet indirect possible du feu, compte tenu de sa volatilité relativement élevée.

Ainsi, les incendies sont susceptibles d'entrainer des modifications des propriétés physico-chimiques des sols (notamment le pH et la teneur en matière organique), aboutissant à une remobilisation des métaux présents dans les sols, les rendant plus mobiles dans l'environnement (vis-à-vis de la lixiviation notamment) et vers les végétaux également.
Les incendies favorisent de plus le ruissellement et l'érosion des sols, qui peuvent engendrer un entrainement des particules de sols impactés par les métaux vers l'exutoire marin.

[44] I. Campos, N. Abrantes, J.J. Keizer, C. Vales, P. Pereira (2016). Major and trcae elements in soils and ashes of eucalypt and pine forect plantations in Portugal followin a wildfire
[45] V.P. Stankov Jovanic, M.D. Ilic, M.S. Markovic, V.D. Mitic, S.D. Nikolic Mandic, G.S. Stojanovic (2011). Wild fire impact on copper, zinc, lead and cadmium distribution in soil and relation with abundance in selected plants of lamiaceae family from Vidlic Mountain (Serbia). Chemosphere 84, 1584-1591

Ainsi, dans le secteur à l'étude, les ETMM présents en teneurs significatives dans le Parc des calanques, notamment au pied de la cheminée verticale (et également dans le secteur de l'Escalette, qui est plus impacté que le secteur du Site de la Madrague) pourraient être disséminés en cas d'incendie, phénomène de plus en plus fréquent du fait du réchauffement climatique. Il apparait donc nécessaire d'étudier les modalités de gestion de ces zones fortement impactées.

Un poste de vigilance incendie avancé pourrait être une solution pour éviter un tel problème de même que la conservation des bassins comme réserve incendie.

16. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

16.1 Synthèse de l'étude menée par l'Institut de Veille Sanitaire en 2005

On notera en préambule que cette étude, réalisée en 2005, est basée sur une des valeurs de référence (VTR, variables humaines d'exposition (quantité de sol ingéré), intervalles de gestion, …) notamment) qui ont pu évoluer depuis et qui ne sont pas toujours conformes à la méthodologie décrite dans les textes ministériels d'avril 2017.

Au regard de la pollution des sols et du milieu marin mise en évidence sur le littoral sud de Marseille, liée à son activité industrielle importante au cours du XIXème siècle, le 15 juillet 2004, le Préfet de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur a saisi l'Institut de veille sanitaire pour la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires. Cette étude a été confiée à la Cellule interrégionale d'épidémiologie Sud (Cire Sud).
Une évaluation des risques sanitaires a été menée à partir des données existantes pour les deux polluants retrouvés en plus grande quantité dans l'environnement et dont les impacts sur la santé sont bien décrits : le plomb et l'arsenic.
Le plomb est préoccupant particulièrement chez les jeunes enfants car il conduit à des retards d'apprentissage et des symptômes cliniques tels qu'anémie, troubles digestifs, fatigue et sommeil agité. L'arsenic, après une exposition longue, conduit à des lésions cutanées (pouvant devenir cancérigènes), des troubles digestifs, une altération de la fonction hépatique et une atteinte du système nerveux périphérique.
Les principales conclusions de l'évaluation des risques indiquent que les jeunes enfants qui résident sur le site de l'Escalette et fréquentent la plage de Saména encourent un risque sanitaire principalement due à l'ingestion de terre ou sable pollué. Les adultes et les enfants sont concernés par la consommation des oursins et des moules contaminés pêchés localement.

Ces résultats avaient amené l'Institut de veille sanitaire à proposer au Préfet de Région des actions de santé publique destinées à une prise en charge médicale des populations et une réduction de leurs expositions.

Au plan sanitaire :
- la mise en place d'un dépistage du saturnisme infantile a été recommandée, au minimum sur la zone de L'Escalette (risque lié au plomb).
- la mise en place d'une information du corps médical local, relais auprès des populations concernées.
- la réalisation d'une campagne de dépistage (conforme aux conclusions de l'étude de 2004). Nous notons une absence de résultats positifs au saturnisme en lien avec la pollution des sols, sur un faible nombre de riverains volontaires

Au plan environnemental :
- la réhabilitation des sites pollués (y compris ceux qui n'ont pas été inclus dans l'évaluation des risques sanitaires mais qui peuvent toutefois constituer une source de contamination) avec une priorité par rapport aux sites qui sont habités et fréquentés par des usagers,
- la fermeture de la plage de Saména s'il n'est pas possible de la dépolluer avant l'été 2005,
- l'interdiction de pêche et de consommation des oursins (la pêche aux moules est déjà interdite sur cette zone de la côte).

16.2 Méthodologie générale de l'IEM

L'interprétation de l'état des milieux a pour objectif de distinguer l'état de chaque site en fonction de la pollution en distinguant :

- les milieux qui ne nécessitent aucune action particulière (usage compatible avec l'état des milieux),
- les milieux pouvant faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité,
- les milieux qui nécessitent des actions lourdes de réhabilitation ou la mise en œuvre d'un plan de gestion.

La méthodologie de l'IEM décrite dans les textes d'avril 2017 (mise à jour de la circulaire du 8 février 2007) préconise de comparer les résultats obtenus dans le cadre des diagnostics à différentes valeurs qui peuvent être :
- les valeurs de gestion en vigueur mises en place par les pouvoirs publics, selon le contexte, les usages et les milieux. Ces valeurs de gestion correspondent aux niveaux de risque acceptés par les pouvoirs publics pour l'ensemble de la population française ;
- les valeurs d'analyse de la situation pour les sols, les gaz du sol, l'air intérieur et l'air extérieur, en l'absence de valeurs de gestion pour certaines substances ;
- l'environnement local témoin et les référentiels locaux disponibles ;
- les données de qualité disponibles sur les différents milieux d'expositions des populations, par exemple, les données de l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) et autres bases référencées pour chaque

milieu d'exposition telles que les valeurs EAT (Eude de l'Alimentation Totale) de l'ANSES17 pour les denrées alimentaires.

Dans le cadre de la présente étude, en ce qui concerne le milieu « sol », la comparaison des teneurs mesurées par rapport aux valeurs de comparaison retenus (environnement local témoin, valeurs de bruit de fond définies par le RMQS et dans le programme ASPITET de l'INRA (= valeurs d'analyses de la situation)) a mis en évidence des anomalies. Pour les autres milieux investigués (eau de mer, sédiments, oursins, poussières atmosphériques), la comparaison des résultats obtenus avec les valeurs de référence n'a pas mis en évidence d'anomalie notable.

Lorsque le diagnostic montre une dégradation des milieux et que des valeurs de gestion réglementaires ne sont pas disponibles, une grille de calculs permet la réalisation en 1ère approche d'une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) selon le mode opératoire de réalisation d'une EQRS décrit ci-après.

L'objectif de l'étude consiste à évaluer les risques pour la santé des personnes découlant de la présence résiduelle de composés sols.

A cet effet, les différentes voies de transfert des substances en direction des personnes susceptibles d'être présentes sur les lieux concernés ont été identifiées, compte tenu d'hypothèses réalistes concernant la disposition des lieux et le comportement de ces personnes sur le site.

Sur la base des teneurs mesurées dans les différents milieux (sol dans le cas présent), les niveaux d'exposition sont ensuite évalués puis comparés aux valeurs maximales tolérables extraites des banques de données toxicologiques.

Deux types de substances sont pris en compte :

- les substances pour lesquelles les effets sont déterministes, c'est-à-dire avec seuil : il n'y a pas d'effet pour une exposition inférieure à un certain seuil. C'est généralement le cas des substances non cancérigènes. Pour ces substances, on définit un Indice de Risque (IR) ou Quotient de Danger (QD),

- les substances pour lesquelles les effets sont probabilistes, c'est-à-dire sans seuil : la probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à l'exposition. C'est généralement le cas des substances cancérigènes. Pour ces substances, on définit un Excès de Risque Individuel (ERI)

La démarche d'Evaluation des Risques Sanitaires comprend 4 étapes théoriques :

- identification des dangers : quels sont les effets néfastes liés aux différentes substances, selon les modes de contact. Cette étape nécessite de sélectionner les voies d'exposition et les substances à étudier,

- choix de la Valeur Toxicologique de Référence : quelle est la relation entre la dose d'exposition à la substance et la réponse de l'organisme exposé,

- évaluation des expositions : évaluer qui est exposé à la substance dangereuse, où, comment, à quel niveau d'exposition et pendant combien de temps,

- caractérisation du risque : déterminer quel est le niveau de risque, la probabilité de survenue du danger, en comparant les doses d'exposition aux VTR.

La démarche générale de l'Evaluation des Risques Sanitaires peut se schématiser sous la forme de l'organigramme présenté dans la Figure 78.

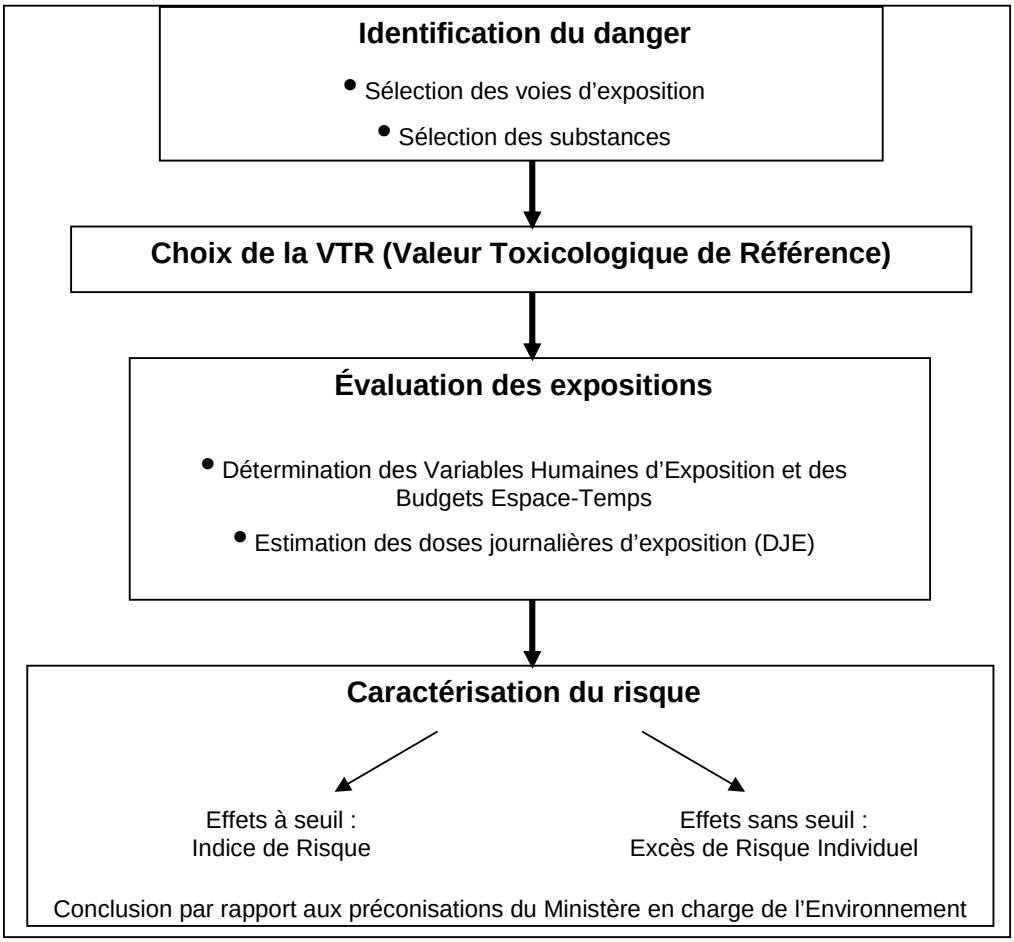


Figure 78 : Démarche générale de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

A la différence d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires, qui pourra intervenir en approfondissement de la démarche d'évaluation des risques pour lever les doutes de la zone d'incertitudes, l'outil IEM étudie chaque substance isolément soit :

- sans additivité des risques liée aux différentes substances d'une même voie d'exposition,
- sans additivité des risques entre les différentes voies d'exposition.

Les résultats de ce calcul sont interprétés selon les intervalles de gestion des risques suivants :

Intervalle de gestion des risques		L'interprétation des résultats	Les actions à engager
Substances			
à effet de seuil	à effet sans seuil		
QD ≤ 0,2	ERI ≤ 10^{-6}	L'état des milieux est compatible avec les usages constatés	S'assurer que les pollutions sont maîtrisées, dans le cas contraire, élaborer et mettre en œuvre un plan de gestion. La mise en place d'une surveillance peut être nécessaire pour vérifier la pérennité de la situation. Afin d'assurer la pérennité de la compatibilité entre les usages et l'état des milieux, il peut être nécessaire de mettre en place des servitudes ou des restrictions d'usages.
0,2 < QD < 5	10^{-6} < ERI <10^{-4}	Intervalle nécessitant une réflexion plus approfondie avant de s'engager dans un plan de gestion	Selon le cas : - réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires avec additivité (avec seuils classiques de 1 et 10^{-5}) ; - mise en œuvre de mesures simples de gestion ; - identification et mise en œuvre des premières mesures de maîtrise des risques : mesures sanitaires ou mesures environnementales ; - mise en œuvre de restrictions d'usage ; **Pour gérer les pollutions et maîtriser leurs impacts, un plan de gestion est à élaborer et à mettre en œuvre.**
QD ≥ 5	ERI ≥ 10^{-4}	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages	

Figure 79 : Intervalles de gestion des risques dans le cadre de l'IEM

16.3 Identification du danger

16.3.1 Sélection des voies d'exposition – schéma conceptuel d'exposition

La présente étude s'intéresse aux risques sanitaires pour les usages actuels constatés aux alentours du Site de la Madrague.

La présente étude porte uniquement sur les risques liés à l'exposition par ingestion (accidentelle) de sols impactés, et ingestion de végétaux autoproduits, seules voies d'exposition pertinentes dans le cadre de la présente étude (voir schéma conceptuel d'exposition constatée au paragraphe 14).

Les parcelles situées aux alentours du Site de la Madrague sont utilisées pour un usage résidentiel (habitations) ou de promenade (parc des calanques et du secteur Est en direction de Pastré).

En 1ère approche, l'IEM a été réalisée en considérant l'usage résidentiel car c'est l'usage majoritaire, qui concerne la majorité des cibles (beaucoup plus de riverains que de promeneurs dans le secteur des calanques concerné). Les risques liés à l'exposition des promeneurs dans les calanques et le secteur Est en direction de Pastré sont discutés dans l'étude d'incertitude.

De même, en 1ère approche, seule l'exposition par ingestion (accidentelle) de sols impactés sera prise en compte car c'est la voie d'exposition principale. Elle concerne en effet l'ensemble des parcelles investiguées, alors que l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits ne concerne qu'une faible proportion de la population. En effet, les usages recensés dans le cadre de la présente étude sur les parcelles correspondent à une majorité de jardins et seulement 12 parcelles à usage de potager (2 avec uniquement un potager et 10 avec potager + arbre fruitier) et 18 parcelles de type vergers (présentant des arbres fruitiers – 8 avec uniquement 1 ou des arbre(s) fruitier(s) et 10 avec potager + arbre fruitier), sur près de 80 parcelles investiguées.

On notera que l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits n'avait pas non plus été prise en compte dans l'étude réalisée par l'InVS en 2004. Le rapport indique que « les habitations situées sur le site de l'Escalette sont situées sur de petites propriétés. Si des jardins potagers existent, ils doivent peu participer, compte tenu de leur petite taille, à l'apport alimentaire moyen. »

Cette affirmation peut être appliquée aux parcelles localisées autour du site de la Madrague. En effet, la taille moyenne des parcelles investiguées est de 180 m².

D'autre part, les textes ministériels du 8 février 2007 (mis à jour par les textes d'avril 2017) précisent que « si un sol pollué ne présente pas de risques par ingestion directe, il apparait peu pertinent de caractériser l'état des végétaux qui y sont cultivés pour évaluer les risques liés à leur ingestion. »

Ainsi, la nécessité éventuelle de caractériser les végétaux de certains potagers sera définie en fonction des résultats de la présente IEM.

16.3.2 Sélection des substances

Les substances à retenir, parmi celles mesurées, sont choisies suivant trois critères de sélection :

- la présence de la substance dans les différents milieux d'exposition et son niveau de présence,
- le potentiel Danger (toxicité) de la substance ou la relation dose – effet,
- le potentiel de transfert de la substance.

Les substances recherchées dans les sols correspondent aux indicateurs globaux de l'activité industrielle passée. Comme précisé précédemment, il s'agit essentiellement des métaux lourds.

Les composés retenus correspondent à ceux retrouvés dans les sols de surface à des teneurs supérieures aux valeurs de références prises en compte (environnement local témoin, seuils de l'ASPITET et du RMQS pour les métaux lourds).

Les composés ainsi retenus sont les suivants :

- Arsenic
- Cadmium
- Cuivre
- Plomb
- Zinc

Les principaux effets néfastes associés aux substances retenues sont présentés en **annexe A10.11**.

Le choix des substances prises en compte est discuté dans le paragraphe 16.6.3.

Plusieurs calculs de risques ont été réalisés en retenant différentes teneurs :

- Calcul prenant en compte les teneurs maximales mesurées dans les sols de surface dans les secteurs résidentiels (soit, hors secteurs calanques), tous secteurs confondus (sans prendre en compte la part attribuable au site de la Madrague), afin d'identifier les composés qui tirent le risque ;

- Calcul basé sur des teneurs égales aux valeurs de référence prises en compte (environnement local témoin ou seuil de l'ASPITET pour l'arsenic – cf paragraphe 10.4). Ce calcul montre en effet que pour certains composés, dès que les teneurs sont supérieures à ces valeurs de référence, les niveaux de risques calculés sont supérieurs aux intervalles de gestion précisés précédemment.

Pour ces 2 types de calculs, les teneurs retenues ont été déterminées en appliquant les taux de bioaccessibilité moyens déterminés à partir des analyses réalisées, présentées dans le paragraphe 10.7. Ces taux sont rappelés ici :

- arsenic : 47 %
- cadmium : 90 %
- plomb : 86 %.

En détail, le facteur correctif pris en compte pour ajuster les teneurs en métaux retenues correspond non pas à la bioaccessibilité absolue mesurée, présentée précédemment, mais à la biodisponibilité relative, qui est égale à la bioaccessibilité absolue pour l'arsenic et le cadmium, mais qui se calcule de la manière suivante pour le plomb :

$$BD_{Pb\ relative} = \frac{BA_{Pb\ absolue\ sol} \times 0{,}8}{0{,}5}$$

Avec : $BD_{Pb\ relative}$: biodiponibilité relative du plomb
$BA_{Pb\ absolue\ sol}$: bioaccessibilité absolue du plomb

Les facteurs correctifs appliqués sont donc les suivants :

Composé	Bioaccessibilité moyenne absolue (mesurée)	Biodisponibilité relative (calculée)
Arsenic	47	47
Cadmium	90	90
plomb	86	(86 x 0,8) / 0,5 = 137,6 ramené à 100

Les teneurs ainsi retenues sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 28 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion chez les riverains – teneurs maximales

Paramètre	Teneurs maximales mesurées (mg/kg MS)	Biodisponibilité relative	Teneurs retenues (mg/kg MS)
Arsenic	706	0,47	331,82
Cadmium	6,22	0,9	5,60
Cuivre	411	1*	411,00
Plomb	3510	1	3510,00
Zinc	3080	1*	3080,00

* Pour le cuivre et le zinc, la bioaccessibilité n'ayant pas été déterminée (à défaut de test reconnu existant), il a été considéré une biodisponibilité de 100% à titre sécuritaire.

Tableau 29 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion chez les riverains – teneurs égales aux seuils de référence

Paramètre	Seuils de référence retenus (mg/kg MS)	Biodisponibilité relative	Teneurs retenues (mg/kg MS)
Arsenic	25 (ASPITET)	0,47	11,75
Cadmium	0,7 (ELT)	0,9	0,63
Cuivre	60 (ELT)	1*	60,00
Plomb	130 (ELT)	1	130,00
Zinc	250 (ELT)	1*	250,00

* Pour le cuivre et le zinc, la bioaccessibilité n'ayant pas été déterminée (à défaut de test reconnu existant), il a été considéré une biodisponibilité de 100% à titre sécuritaire.

16.4 Choix des VTR

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence est réalisée en appliquant la réglementation en vigueur. En effet, les textes méthodologiques d'avril 2017 (mise à jour de la circulaire ministérielle du 8 février 2007) stipulent que « les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) seront choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministère en charge de la santé ». Cette circulaire a été abrogée par la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques, référencée « DGS/EA1/DGPR/2014/307 », en date du 31 octobre 2014.

Cette note indique que les VTR doivent être recherchées dans l'une des 8 bases de données suivantes :

- **ANSES** (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail),
- **US EPA** (United States Environmental Protection Agency), **ATSDR** (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), **OMS / IPCS** (Organisation Mondiale de la Santé / International Program on Chemical Safety),
- **Health Canada**, **RIVM** (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu : Institut national de la santé publique et de l'environnement des Pays-Bas), **OEHHA** (Office of Environnemental Health Hazard Assessment : antenne californienne de l'US EPA) ou **EFSA** (European Food Safety Authorithy).

Les substances présentes dans les milieux d'exposition peuvent avoir deux types d'effets sur la santé humaine :

- **Effets à seuil (effets déterministes)**

Les substances à effets déterministes n'induisent un effet nuisible pour la santé humaine qu'à partir d'une certaine dose. Il n'y a pas d'effet sanitaire tant que l'exposition reste inférieure à un certain seuil. Au-delà de cette dose sans effet, les effets sur la santé apparaissent.

Pour les substances à seuil, la valeur toxicologique de référence (correspondant à la dose sans effet) est appelée Dose Journalière Tolérable (DJT) ou Dose Journalière Admissible (DJA).

La DJT est définie à partir de bases de données toxicologiques telles qu'énumérées dans la circulaire du 30 mai 2006.

- **Effets sans seuil (effets probabilistes)**

Pour les substances à effets probabilistes (cas des substances cancérigènes), la probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à l'exposition.
Pour les substances à effets sans seuil, la valeur toxicologique de référence est appelée Excès de Risque Unitaire (ERU). Il s'agit de la probabilité supplémentaire par rapport à un sujet non exposé qu'un individu a de développer l'effet s'il est exposé sur une vie entière à une unité de dose ou de concentration de toxique.

L'ERU est défini à partir de bases de données toxicologiques énumérées précédemment.

Lorsque plusieurs VTR relatives à la voie d'exposition pertinente sont disponibles dans la littérature pour une substance donnée, le choix de la VTR doit être établi en appliquant la méthode décrite dans la note de la Direction Générale de la Santé (DGS) du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

Cette circulaire recommande :

- de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données ;
- à défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, de retenir les VTR correspondantes, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente ;
- sinon, de sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
- enfin, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), d'utiliser la dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA

Les VTR des substances retenues pour l'exposition par ingestion sont présentées dans le Tableau 30.

Tableau 30 : VTR retenues pour l'exposition par ingestion

Composés chimiques	N° CAS	Valeur de référence effets à seuil (mg/kg/j)	Valeur de référence effets sans seuil $(mg/kg/j)^{-1}$
Métaux lourds			
Arsenic	7440-38-2	$0,45.10^{-3}$ (FoBiG*, 2009 - choix INERIS, 2010)	1,5 (US EPA, 2009 - choix INERIS, 2010)
Cadmium	7440-43-9	$3,6.10^{-4}$ (EFSA, 2011 - choix INERIS, 2013)	Non disponible
Cuivre	7440-50-8	0,14 (RIVM, 2001)	Non disponible
Plomb	7439-92-1	$0,63.10^{-3}$ (ANSES, 2013)	$8,5.10^{-3}$ (OEHHA, 2011 – choix INERIS 2013)
Zinc	7440-66-6	0,3 (US EPA, 2005)	Non disponible

* Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (organisme allemand travaillant dans le domaine de l'évaluation du risque toxicologique).

16.5 Évaluation des expositions – définition des cibles exposées

Les doses journalières d'exposition (DJE) des cibles potentielles sont évaluées à partir des teneurs mesurées dans les sols, en fonction des durées d'exposition (budget espace – temps).

Les parcelles situées aux alentours du Site de la Madrague sont utilisées pour un usage résidentiel (habitations) ou de promenade (parc des calanques). En 1ère approche, l'IEM a été réalisée en considérant l'usage résidentiel car c'est l'usage majoritaire, qui concerne la majorité des cibles.

L'usage résidentiel suppose la présence d'adultes et d'enfants sur le site, ce qui nécessite de prendre en compte ces deux types de populations. Pour cela, nous avons considéré une cible mixte qui passe de l'âge enfant à l'âge adulte, avec une durée d'exposition totale de 40 ans : enfant (0-7 ans) puis adolescent (7-17 ans) et enfin adulte (pendant 23 ans).

Une fréquence d'exposition de 4 jours par semaine (fréquentation du jardin 2 jours le we et 2 jours en semaine) durant 50 semaines par an (déduction faite des 2 semaines par an de congés hors du domicile rapporté par l'INSEE[46]) a été retenue, soit 200 j / an.

[46] Les vacances des Français depuis 40 ans – L. Dauphin, M-A. Le Garrec et F. Tardieu

Les caractéristiques retenues pour les cibles étudiées, pour l'exposition par ingestion de sol, sont présentées dans le Tableau 31.

Tableau 31 : Variables humaines d'exposition retenues pour les cibles étudiées

Paramètre	Cible enfant (0 à 7 ans)	Cible adolescent (7 à 17 ans)	Cible adulte (> 17 ans)	Source
Masse corporelle	14,7 kg	41,1 kg	62,5 kg	CIBLEX (version 0 de juin 2003),
Quantité totale de sol ingérée quotidiennement, toutes origines confondues	91 mg / j (1)	50 mg / j (2)	50 mg / j (2)	(1) InVS / INERIS (2) US EPA, 1997 : Exposure Factor Handbook

Les valeurs concernant la quantité totale de sol ingérée quotidiennement (toutes origines confondues) ont été retenues conformément aux préconisations des textes ministériels d'avril 2017 qui précisent : « les valeurs proposées par l'InVS et l'INERIS en 2012 sont à utiliser dans la gestion des sols pollués en premier approche […], soit 91 mg/j pour les enfants jusqu'à 6 ans. Pour les adultes, une quantité ingérée de 50 mg/j est à retenir en première approche. »

16.6 Quantification des risques sanitaires

16.6.1 Démarche

- **Exposition par ingestion de sol contaminé**

A partir des concentrations mesurées dans le sol pour les différentes substances, et connaissant les quantités de sol ingérées quotidiennement ainsi que le budget espace-temps des personnes exposées, on peut ainsi calculer la dose journalière d'exposition de la manière suivante :

$$DJEi = Ci \times Q \times 1/P \times F \times (T / Tm) \text{ pour les effets sans seuil}$$

$$DJEi = Ci \times Q \times 1/P \times F \text{ pour les effets à seuil}$$

Avec :
DJEi : dose journalière d'exposition à la substance i (mg/kg/j),
Ci : concentration en substance i dans le sol (mg/kg),
Q : quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j),
P : poids corporel (kg),
F : fréquence d'exposition (sans unité) nombre annuel de jours d'exposition / 365 jours,
T/Tm : temps de pondération (sans unité) avec T : durée d'exposition et Tm : 70 ans (durée d'exposition sur laquelle sont basées les VTR).
L'évaluation du risque sanitaire tient compte des niveaux d'exposition auxquels sont soumises les cibles, ainsi que des valeurs toxicologiques de référence définies pour chacune des substances.

Par conséquent, compte tenu de la classification des substances, deux types d'effets doivent être envisagés :

➢ **Cas des effets à seuil**

Afin d'estimer le risque pour la santé humaine, pour des substances à seuil, le rapport suivant, dénommé quotient de danger (QD), est calculé pour chaque substance:

$$QD = \frac{DJE}{DJT}$$

Avec :

DJE : Dose journalière d'exposition en mg/(kg.j),
DJT : Dose journalière tolérable en mg/(kg.j)

Remarque : *lorsque le niveau de risque pour chaque substance étudiée isolément dans le cadre de l'IEM dépasse la borne de 0,2, une EQRS est réalisée en additionnant les risques liés aux différentes substances prises en compte. En première approche, pour évaluer le risque global lié aux effets à seuil, les IR des différentes substances sont additionnés, sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible. Le risque ainsi calculé est maximisé.*
Selon les préconisations du Ministère en charge de l'Environnement, le risque est acceptable si IR < 1.

Afin d'estimer cet excès de risque pour la santé humaine, le produit suivant, dénommé Excès de Risques Individuel (ERI), est calculé pour chaque substance :

$$ERI_{substance} = DJE \times ERU$$

Avec :

DJE : Dose journalière d'exposition en mg/(kg.j),
ERU : Excès de risque unitaire en $(mg/kg.j)^{-1}$ pour une exposition par ingestion.

Remarque : *lorsque le niveau de risque pour chaque substance étudiée isolément dans le cadre de l'IEM dépasse la borne de 10^{-6}, une EQRS est réalisée en additionnant les risques liés aux différentes substances prises en compte. Pour évaluer le risque global lié aux effets sans seuil, les ERI des différentes substances sont additionnés, en accord avec la circulaire ministérielle du 8 février 2007 mise à jour en avril 2017.*

Selon les préconisations du Ministère en charge de l'Environnement, le risque est acceptable si ERI < 10^{-5}. Cela signifie que pour les substances cancérigènes, l'exposition à une substance toxique ne doit pas générer plus d'un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 cas de cancers observés, et ce pour une exposition vie entière.

16.6.2 Résultats pour l'exposition par ingestion de sol chez les riverains

Les niveaux de risque induits par l'exposition des riverains vivants ou fréquentant les parcelles aux alentours du Site de la Madrague, par ingestion (accidentelle) de sol sont présentés dans le tableau suivant pour les teneurs maximales mesurées dans les sols superficiels (hors secteur des calanques). Le détail des calculs est fourni en **annexe A10.1**.

Tableau 32 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté –teneurs maximales mesurées

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	331,82	**2,50**	**0,49**	**0,32**	**1,45E-04**	**4,74E-05**	**7,17E-05**
Cadmium	5,60	0,053	0,010	0,007	Sans objet		
Cuivre	411	0,010	0,002	0,001	Sans objet		
Plomb	3510	**18,90**	**3,71**	**2,44**	**8,67E-06**	**2,84E-06**	**4,30E-06**
Zinc	3080	0,035	0,007	0,005	Sans objet		
Cumul substances		**21,50**	**4,22**	**2,78**	**1,53E-04**	**5,02E-05**	**7,60E-05**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**2,80E-04**		

NB : Les teneurs retenues correspondent aux teneurs maximales corrigées le cas échéant par la biodisponibilité relative – cf Tableau 28.

Les résultats obtenus en se basant sur les teneurs maximales mesurées dans les sols superficiels indiquent que pour l'exposition des riverains vivant dans le périmètre du Site de la Madrague par ingestion (accidentelle) de sol contaminé, le QD est inférieur à 0,2 et l'ERI est inférieur à 10^{-6} pour les composés suivants : cadmium, cuivre et zinc.

Pour l'arsenic et le plomb, les résultats obtenus pour ces composés sont :

- soit compris dans la zone d'incertitude définie par les intervalles de gestion de l'outil IEM ($0,2 < QD < 5$ et $10^{-6} < ERI < 10^{-4}$), ce qui nécessite de réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) en additionnant les risques liés aux différentes substances (sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible dans une 1ère approche majorante). L'ERI cumulé est alors supérieur à 10^{-5} et les QD cumulés sont supérieurs à 1 pour toutes les cibles, ce qui amène à conclure à l'incompatibilité de l'état des milieux avec les usages.
- soit supérieurs aux seuils définis par les intervalles de gestion de l'outil IEM indiquant que l'état des milieux n'est pas compatible avec les usages ($QD > 5$ et $ERI > 10^{-4}$).

Ainsi, les teneurs maximales en cadmium, cuivre et zinc mesurées dans les sols superficiels prélevés au droit des parcelles situées dans le périmètre du Site de la Madrague apparaissent compatibles avec leurs usages constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

En revanche, les teneurs maximales mesurées en arsenic et en plomb ne sont pas compatibles avec leurs usages constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

Pour ces 2 composés, un calcul de risques a donc été réalisé en se basant sur des teneurs égales aux seuils de référence retenus. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant. Le cadmium, le cuivre et le zinc ont été pris en compte afin de pouvoir procéder à l'additivité des risques au regard des résultats obtenus. Le détail des calculs est fourni en **annexe A10.2**.

Tableau 33 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté –teneurs égales aux seuils de référence

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	11,75	0,09	0,02	0,01	**5,12E-06**	**1,68E-06**	**2,54E-06**
Cadmium	0,63	5,94E-03	1,17E-03	7,67E-04	Sans objet		
Cuivre	60	1,45E-03	2,86E-04	1,88E-04	Sans objet		
Plomb	130	**0,70**	0,14	0,09	3,21E-07	1,05E-07	1,59E-07
Zinc	250	2,83E-03	5,56E-04	3,65E-04	Sans objet		
Cumul substances		**0,80**	**0,157**	**0,103**	**5,45E-06**	**1,78E-06**	**2,70E-06**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**9,93E-06**		

NB : Les teneurs retenues correspondent aux seuils de référence (ELT ou ASPITET pour l'arsenic) corrigées le cas échéant par la biodisponibilité relative – cf Tableau 29.

Les résultats obtenus en se basant sur des teneurs égales aux seuils de référence retenus indiquent que pour l'exposition des riverains vivant dans le périmètre du Site de la Madrague par ingestion (accidentelle) de sol contaminé, pour chaque substance, le QD est inférieur à 0,2 et l'ERI est inférieur à 10^{-6}, à l'exception :

- Du QD lié au plomb pour les enfants,
- De l'ERI lié à l'arsenic les 3 types de cibles (enfants, adolescents et adultes).

Ces résultats se trouvent dans la zone d'incertitude définie par les intervalles de gestion de l'outil IEM, ce qui nécessite de réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) en additionnant les risques liés aux différentes substances (sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible dans une 1ère approche majorante).

Le QD cumulé est inférieur à 1 (QD compris entre 0,10 et 0,80 selon les cibles), ce qui amène à conclure à l'absence de risque pour les effets à seuil. On note cependant que le QD cumulé pour les enfants est proche du seuil d'acceptabilité (0,8 pour un seuil de 1).
De plus, l'ERI cumulé n'est que très légèrement inférieur à 10^{-5} ($ERI = 9,93.10^{-6}$).

Ces résultats ne permettent pas de conclure de manière ferme à l'acceptabilité des risques. Les calculs réalisés dans le cadre de l'étude des incertitudes (cf paragraphe suivant) montrent en effet que les seuils d'acceptabilité peuvent être dépassés en utilisant des paramètres de calcul plus pénalisants que ceux retenus en 1ère approche.

Ainsi, les calculs de risque réalisés indiquent que des teneurs en arsenic et plomb supérieures aux seuils de référence retenus (ELT ou ASPITET pour l'arsenic) n'apparaissent pas compatibles avec les usages constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

16.6.3 Discussion des incertitudes

- **Voies d'exposition retenues**

Toutes les voies d'exposition pertinentes par rapport aux sources potentielles de pollution identifiées et aux usages constatés, et du schéma conceptuel d'exposition qui en découle, ont été prises en compte.

Au regard des résultats des investigations réalisées sur les différents milieux d'exposition potentiels, les seules voies d'exposition pertinentes sont l'ingestion (accidentelle) de sols impactés et l'ingestion de végétaux autoproduits impactés par transfert des polluants des sols vers les plantes (légumes et/ou fruits).

En 1ère approche, seule l'exposition par ingestion (accidentelle) de sols impactés a été prise en compte car c'est la voie d'exposition principale. Elle concerne en effet l'ensemble des parcelles investiguées, alors que l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits ne concerne qu'une faible proportion de la population (environ 20% des parcelles investiguées).

Pour être exhaustif, les risques liés à l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits pourraient être pris en compte. Cela nécessiterait de réaliser des analyses des végétaux (fruits et légumes) autoproduits sur un nombre représentatif de parcelles. Cette mesure des teneurs réelles serait préférable à une modélisation des transferts des métaux présents dans les sols vers les végétaux, car les facteurs de transfert dépendent fortement des spécificités locales (en ce qui concerne les sols et également les métaux eux-mêmes).

D'autre part, en 1ère approche, l'IEM a été réalisée en considérant l'usage résidentiel car c'est l'usage majoritaire, qui concerne la majorité des cibles (beaucoup plus de riverains que de promeneurs dans le secteur des calanques concerné). Les risques liés à l'exposition des promeneurs dans les calanques sont discutés dans le paragraphe16.6.4**.**

- **Substances et teneurs retenues**

Pour l'exposition par ingestion de sols, l'étude de risques n'a été réalisée que sur les substances sélectionnées, présentes dans les sols de surface à des teneurs supérieures aux seuils de comparaison retenus (ELT ou ASPITET pour l'arsenic).

Les teneurs retenues ont été déterminées en appliquant les bioaccessibilités moyennes mesurées (sans prendre en compte l'échantillon TM3 présentant des valeurs extrêmes).

Afin d'être exhaustif, un calcul complémentaire a été réalisé en considérant les valeurs maximales de bioaccessibilité mesurées (toujours sans tenir compte de TM3).

Les facteurs correctifs ainsi calculés sont donc les suivants :

Composé	Bioaccessibilité maximale absolue (mesurée)	Biodisponibilité relative (calculée)
Arsenic	57	57
Cadmium	100	100
plomb	100	(100 x 0,8) / 0,5 = 160 ramené à 100

Les teneurs ainsi retenues sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 34 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion chez les riverains – teneurs égales aux seuils de référence avec la bioaccessibilité maximale

Paramètre	Seuils de référence retenus (mg/kg MS)	Biodisponibilité relative	Teneurs retenues (mg/kg MS)
Arsenic	25	0,57	14,25
Cadmium	0,7	1	0,7
Cuivre	60	1*	60,00
Plomb	130	1	130,00
Zinc	250	1*	250,00

* Pour le cuivre et le zinc, la bioaccessibilité n'ayant pas été déterminée (à défaut de test reconnu existant), il a été considéré une biodisponibilité de 100% à titre sécuritaire.

Les résultats des calculs de risques ainsi réalisés sont présentés dans le tableau suivant. Le détail des calculs est fourni en **annexe A10.3**.

Tableau 35 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté – teneurs égales aux seuils de référence avec la bioaccessibilité maximale

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	14,25	0,11	0,02	0,01	**6,21E-06**	**2,04E-06**	**3,08E-06**
Cadmium	0,70	6,60E-03	1,30E-03	8,52E-04	Sans objet		
Cuivre	60	1,45E-03	2,86E-04	1,88E-04	Sans objet		
Plomb	130	**0,70**	0,14	0,09	3,21E-07	1,05E-07	1,59E-07
Zinc	250	2,83E-03	5,56E-04	3,65E-04	Sans objet		
Cumul substances		**0,82**	**0,161**	**0,106**	**6,54E-06**	**2,14E-06**	**3,24E-06**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**1,19E-05**		

Les résultats mettent en évidence des dépassements des seuils IEM de 0,2 pour le QD et 10^{-6} pour l'ERI pour le plomb et l'arsenic.

L'EQRS réalisée en additionnant les risques liés aux différentes substances (sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible dans une 1ère approche majorante) aboutit à un QD cumulé inférieur à 1 mais à un ERI cumulé supérieur à 10^{-5}.

Les niveaux de risque ne sont donc pas acceptables pour l'exposition par ingestion de sol en se basant sur les teneurs en arsenic et plomb égales aux seuils de référence (ELT ou ASPITET pour l'arsenic) en prenant en compte les valeurs maximales de bioaccessibilité mesurées.

D'autre part, toujours dans un souci d'exhaustivité, l'incidence de la non prise en compte des autres éléments métalliques pouvant être associés aux anciennes activités du site de la Madrague est discuté ici. En effet, les composés retenus dans le calcul de base ont été sélectionnés parmi les 8 ETMM courant (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn). Dans le cadre de la présente étude, des analyses de screening plus large ont été effectuées en recherchant 45 ETMM. Parmi ces 45 éléments, les composés suivants sont considérés comme pouvant être associés aux activités historiques du site : Ag, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ge, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V, Tl, Zn.

Afin d'évaluer la contribution potentielle aux niveaux de risques de ces 19 éléments, un coefficient de risque a été calculé de la manière suivante (en simplifiant les équations de calculs de risques) :

- Pour les effets à seuil : coeff risque = Ci / DJT
- Pour les effets sans seuil : coeff risque = Ci x ERU

Avec :
Ci : concentration en substance i dans le sol (mg/kg), en prenant en compte la teneur maximale mesurée au droit des parcelles de riverains
DJT : Dose journalière tolérable en mg/(kg.j)
ERU : Excès de risque unitaire en $(mg/kg.j)^{-1}$ pour une exposition par ingestion.

Le coefficient de risque obtenu dont la valeur est la plus grande se voit attribuer le pourcentage de 100 %. On calcule alors le pourcentage représenté par les autres coefficients de risque. On retient ensuite uniquement les substances dont le coefficient de risque en pourcentage est significatif.

Les résultats ainsi obtenus sont présentés dans le tableau page suivante. Ils mettent en évidence que :

- Pour les effets sans seuil, seuls l'arsenic et le plomb disposent de VTR et contribuent donc au risque
- Pour les effets à seuil, les coefficients de risque les plus élevés sont liés à l'arsenic et au plomb. Les coefficients calculés pour les autres composés ne représentent chacun que moins de 1%.

Ainsi, les 2 composés qui participent le plus significativement aux niveaux de risques sont l'arsenic et le plomb. La non prise en compte des autres composés apparait sans incidence sur la validité des conclusions au regard de leur très faible contribution au risque par rapport à l'arsenic et au plomb.

composés	argent	Arsenic	Bismuth	cadmium	Cobalt	Chrome	Cuivre	Fer	Germanium	Mercure
C max (mk/lg MS)	3,92	331,82	25,35	5,598	11,61	93,29	411	76858,08	6,2	14,4
VTR à seuil (mg/kg/j)	0,005	0,00045	Nd	0,00033	0,0015	0,3	0,14	Nd	Nd	0,00057
coeff risque : Cmax/VTR à seuil	8,E+02	7,E+05	sans objet	2,E+04	8,E+03	3,E+02	3,E+03	sans objet	sans objet	3,E+04
% coeff risque	0,01	13,23		0,30	0,14	6,E-03	0,05			0,45
VTR sans seuil (mg/kg/j)-1	Nd	1,5	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd	ND
coeff risque : Cmax*VTR sans seuil	sans objet	497,73	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet

composés	Manganèse	Molybdène	Nickel	Plomb	Antimoine	Etain	Thalium	Vanadium	Zinc
C max (mk/lg MS)	1672	4,66	43,77	3510	81,43	191,86	96,32	64,76	3080
VTR à seuil (mg/kg/j)	0,14	0,01	0,0028	0,00063	6,00E-03	0,2	0,002	0,003	0,3
coeff risque : Cmax/VTR à seuil	1,E+04	5,E+02	2,E+04	6,E+06	1,E+04	1,E+03	5,E+04	2,E+04	1,E+04
% coeff risque	0,21	8,E-03	0,28	100,00	0,24	0,02	0,86	0,39	0,18
VTR sans seuil (mg/kg/j)-1	Nd	Nd	ND	0,0085	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
coeff risque : Cmax*VTR sans seuil	sans objet	sans objet	sans objet	29,835	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet	sans objet

➢ **Budget espace-temps retenu**

Le budget espace-temps tient compte de l'aménagement et de l'usage actuel des parcelles étudiées au voisinage du site de la Madrague, à savoir un usage résidentiel privatif.

La durée d'exposition retenue est égale à 40 ans, valeur généralement utilisée dans les évaluations de risques sanitaires. Cette durée est relativement majorante car il est rare qu'une personne vive 40 ans au même endroit.

Pour la fréquence d'exposition, il a été retenu une valeur de 200 j/an correspondant à 4 jours par semaine (fréquentation du jardin 2 jours le we et 2 jours en semaine) durant 50 semaines par an (déduction faite des 2 semaines par an de congés hors du domicile rapporté par l'INSEE[47]).

Afin d'être exhaustif, un calcul complémentaire a été réalisé en se basant sur une fréquence d'exposition liée à des usages spécifiques plus contraignants en terme de durée d'exposition : cas par exemple d'un enfant résident dans le secteur qui serait gardé en semaine chez une assistante maternelle également dans le secteur. Une fréquence d'exposition de 7 jours par semaine (fréquentation du jardin de l'assistante maternelle 5 jours en semaine et fréquentation du jardin au domicile 2 jours le we) durant 50 semaines par an (déduction faite des 2 semaines par an de congés hors du domicile rapporté par l'INSEE[48]) a été retenue, soit 351 jours par an. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant. Le détail des calculs est fourni en **annexe A10.4**.

Tableau 36 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté – Durée d'exposition maximale

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	11,75	0,16	0,03	0,02	**8,99E-06**	**2,95E-06**	**4,46E-06**
Cadmium	0,63	1,04E-02	2,05E-03	1,35E-03	Sans objet		
Cuivre	60	2,55E-03	5,01E-04	3,30E-04	Sans objet		
Plomb	130	**1,23**	**0,24**	0,16	5,64E-07	1,85E-07	2,79E-07
Zinc	250	4,96E-03	9,75E-04	6,41E-04	Sans objet		
Cumul substances		**1,40**	**0,275**	**0,181**	**9,56E-06**	**3,13E-06**	**4,73E-06**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**1,74E-05**		

Les résultats mettent en évidence des dépassements des seuils IEM de 0,2 pour le QD et 10^{-6} pour l'ERI pour le plomb et l'arsenic.

L'EQRS réalisée en additionnant les risques liés aux différentes substances (sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible dans une 1ère approche majorante) aboutit à un QD cumulé supérieur à 1 pour la cible enfant et à un ERI cumulé supérieur à 10^{-5}.

Les niveaux de risque ne sont donc pas acceptables pour l'exposition par ingestion de sol en se basant sur les teneurs en arsenic et plomb égales aux seuils de référence en prenant en compte une durée d'exposition maximale liée à des usages spécifiques.

➢ **Incertitudes liées à la quantité de sol ingérée**

La quantité de sol ingérée est un paramètre essentiel pour un calcul de risque lié à l'ingestion de sol. Ce paramètre est fortement débattu en matière d'EQRS liées aux sites et sols pollués, et ne fait pas encore l'objet d'un consensus au niveau des autorités sanitaires nationales (INERIS, InVS).

Dans le calcul de base, nous avons retenu des quantités de sol ingérées conformes aux préconisations des textes méthodologies d'avril 2017 :

- la valeur retenue par l'InVS et l'INERIS en 2012 pour les enfants jusqu'6 ans, soit 91 mg / kg / j
- la valeur proposée par l'US EPA pour les adultes, soit 50 mg / kg / j

➢ **Incertitudes liées à l'évaluation de la toxicité**

Pour les différentes substances sélectionnées, l'étude est basée sur les VTR choisies en suivant les recommandations de la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques, référencée « DGS/EA1/DGPR/2014/307 », en date du 31 octobre 2014.

[47] Les vacances des Français depuis 40 ans – L. Dauphin, M-A. Le Garrec et F. Tardieu
[48] Les vacances des Français depuis 40 ans – L. Dauphin, M-A. Le Garrec et F. Tardieu

La circulaire du 8 février 2007 (mise à jour en avril 2017) préconise de suivre les préconisations de la circulaire DGS/SD. 7B n°2006-234 du 30 mai 2006 (relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact) qui a été abrogée par la note du 31/10/2014.

- **Conclusion sur le caractère sécuritaire des niveaux de risques calculés**

Étant données les hypothèses conservatrices utilisées pour réaliser les calculs de risque, les résultats obtenus présentent un caractère sécuritaire.

16.6.4 Discussion relative au risque d'exposition par ingestion de sols dans les calanques

Afin d'être exhaustif, les risques liés à l'exposition par ingestion de sols impactés dans les calanques (secteurs « TM » (pied de la cheminée verticale), « chasse », et « transect ») sont étudiés dans le présent chapitre.

Pour évaluer les risques liés à l'usage de promenade dans le parc des calanques, les mêmes substances que celles retenues pour l'usage d'habitation ont été retenues.

Les calculs ont été réalisés en se basant sur la moyenne de l'ensemble des teneurs mesurées dans les calanques (hors sondages Zsc3 (poussières dans carneaux) et Zsc9 à 12 (zone source Escalette) et prélèvements à vocation de bruit de fond).

Enfin, les teneurs retenues ont été déterminées en appliquant les taux de bioaccessibilité moyens déterminés à partir des analyses réalisées, présentées dans le paragraphe 10.7. Des taux ont été déterminés spécifiquement pour le secteur des calanques, en ne considérant que les mesures réalisées sur les échantillons « TM3 », « chasse 4 » et « chasse 1 ». Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous. Les taux calculés en prenant en compte toutes les données sont rappelés à titre de comparaison.

	Arsenic			Cadmium			Plomb		
	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	bioaccessibilté maximale mesurée	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	bioaccessibilté maximale mesurée	bioaccessibilité Gastrique (%)	bioaccessibilité Gastro-Intestinale (%)	bioaccessibilté maximale mesurée
données en prenant en compte tous les échantillons									
moyenne	51,77	52,97	54,13%	85,88	79,33	90,56%	83,40	74,11	86,70%
max	95,20	88,90	95,20%	100,00	98,20	100,00%	100,00	100,00	100,00%
min	32,60	33,90	33,90%	45,50	21,00	75,00%	53,10	0,10	55,30%
ecart type	20,61	17,21	19,46%	17,07	22,45	8,09%	10,56	27,00	10,94%
données sans prendre en compte TM3									
moyenne	44,53	46,98	47,28%	84,31	85,81	89,51%	82,21	79,39	85,75%
max	57,40	55,60	57,40%	99,70	98,20	99,70%	95,20	100,00	100,00%
min	32,60	33,90	33,90%	45,50	70,70	75,00%	53,10	33,50	55,30%
ecart type	8,34	7,37	7,81%	17,33	9,71	7,83%	9,87	18,26	10,69%
données spécifiques calanques (TM3, chasse 1 et chasse 4)									
moyenne	58,53	56,87	58,97%	90,80	49,65	90,80%	89,77	45,67	89,77%
max	95,20	88,90	95,20%	100,00	78,30	100,00%	100,00	76,20	100,00%
min	32,60	33,90	33,90%	81,60	21,00	81,60%	82,10	0,10	82,10%
ecart type	32,65	28,60	32,14%	13,01	40,52	13,01%	9,22	40,22	9,22%

Pour la réalisation des calculs de risques sanitaires, on retiendra conformément aux préconisations de l'INERIS et de l'InVS la valeur de bioaccessibilité la plus élevée des 2 phases. Ce sont ainsi les valeurs moyennes suivantes qui seront retenues pour les bioaccessibilités pour le secteur des calanques :

- arsenic : 59 %
- cadmium : 91 %
- plomb : 90 %.

Les facteurs correctifs calculés sur la base de ces valeurs de bioaccessibilité sont donc les suivants :

Composé	Bioaccessibilité moyenne absolue (mesurée) pour le secteur des calanques	Biodisponibilité relative (calculée)
Arsenic	59	59
Cadmium	91	91
plomb	90	(90 x 0,8) / 0,5 = 144 ramené à 100

Les teneurs retenues sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 37 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans les calanques – moyenne

Paramètre	Moyenne des teneurs mesurées (mg/kg MS)	Biodisponibilité relative	Teneurs retenues (mg/kg MS)
Arsenic	124,19	0,59	73,27
Cadmium	4,62	0,91	4,2
Cuivre	29,98	1*	29,98
Plomb	2150,67	1	2150,67
Zinc	294,23	1*	294,23

* Pour le cuivre et le zinc, la bioaccessibilité n'ayant pas été déterminée (à défaut de test reconnu existant), il a été considéré une bioaccessibilité de 100% à titre sécuritaire.

En ce qui concerne les cibles, comme pour l'usage résidentiel, il a été pris en compte une cible mixte qui passe de l'âge enfant à l'âge adulte, avec une durée d'exposition totale de 40 ans : enfant (0-7 ans) puis adolescent (7-17 ans) et enfin adulte (pendant 23 ans).

La fréquence d'exposition proposée pour l'usage de promenade dans le parc des calanques a été définie en considérant que les promeneurs fréquentent la zone impactée 1 jour chaque week end durant les mois de mars à septembre (période printanière et estivale), soit 28 jours par an, arrondi à 30 j / an.

En ce qui concerne la quantité de sol ingérée quotidiennement, il a été considéré que les jours durant lesquelles les personnes se promènent dans les calanques, 100% de la quantité ingérée provient des calanques (soit 91 mg/j pour les enfants entre 0 et 7 ans et 50 mg/j pour les adolescents et les adultes).

En se basant sur ces hypothèses, les niveaux de risque induits par l'exposition des personnes se promenant dans les calanques sur le secteur d'étude, par ingestion (accidentelle) de sols impactés sont présentés dans le Tableau 38. Le détail des calculs est fourni en **annexe A10.5**.

Tableau 38 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans les calanques – moyenne des teneurs mesurées

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	73,27	8,28E-02	1,63E-02	1,07E-02	**4,79E-06**	**1,57E-06**	**2,37E-06**
Cadmium	4,2	5,94E-03	1,17E-03	7,67E-04	Sans objet		
Cuivre	29,98	1,09E-04	2,14E-05	1,41E-05	Sans objet		
Plomb	2150,67	**1,74**	**0,34**	**0,22**	7,97E-07	2,61E-07	3,95E-07
Zinc	294,23	4,99E-04	9,81E-05	6,45E-05	Sans objet		
Cumul substances		**1,83**	**0,36**	**0,24**	**5,59E-06**	**1,83E-06**	**2,77E-06**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**1,02E-05**		

Les résultats indiquent que pour l'exposition des promeneurs par ingestion (accidentelle) de sol contaminé dans les calanques, pour chaque substance, le QD est inférieur à 0,2 et l'ERI est inférieur à 10^{-6}, à l'exception :

- Du QD lié au plomb pour les 3 types de cibles,
- De l'ERI lié à l'arsenic pour les 3 types de cibles.

Ces résultats se trouvent dans la zone d'incertitude définie par les intervalles de gestion de l'outil IEM, ce qui nécessite de réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) en additionnant les risques liés aux différentes substances (sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible dans une 1ère approche majorante). Il apparaît alors que le QD cumulé est inférieur à 1 pour les adolescents (0,36) et les adultes (0,24), ce qui amène à conclure à l'absence de risque pour les effets à seuil pour ces cibles adolescents et adultes. En revanche, le QD cumulé est supérieur à 1 pour les enfants, en atteignant une valeur de 1,83 : il existe donc un risque pour les effets à seuil pour les enfants.
De plus, l'ERI cumulé est légèrement supérieur à 10^{-5} (ERI = $1{,}02.10^{-5}$): le niveau de risque n'est pas acceptable pour les effets sans seuil. On remarque que le risque est en majeur partie lié aux enfants.

Ainsi, la qualité des sols superficiels prélevés dans le parc des calanques apparaît non compatible avec un usage de promenade pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

Les risques liés à l'exposition des enfants sont cependant à nuancer car le terrain étant assez escarpé, une promenade de jeunes enfants dans ce secteur apparait peu probable (sauf très jeunes enfants portés par des adultes, et dans ce cas l'ingestion de sol est extrêmement peu probable),

Les niveaux de risques acceptables étant dépassés sur la base des hypothèses d'exposition prises en compte, un calcul inverse a été réalisé afin de déterminer à titre informatif le nombre maximum de jours d'exposition permettant d'aboutir à des niveaux de risques acceptables (en se basant sur les mêmes teneurs et les mêmes quantités

quotidiennes de sol ingérées). Ce calcul montre que **les risques restent acceptables pour une fréquentation inférieure ou égale à 16 jours par an en considérant les teneurs moyennes mesurées.** Le détail des calculs est fourni en **annexe A10.6**.

A titre sécuritaire, dans une démarche majorante, le calcul a également été réalisé en prenant en compte des teneurs égales au percentile 90 (cela revient à supposer une exposition préférentiellement dans les secteurs les plus impactés).

En prenant en compte des teneurs égales au percentile 90, le calcul montre que les risques restent acceptables pour une fréquentation inférieure ou égale à 12 jours par an (abaissé à 11 j/an pour tenir compte de certaines incertitudes). Le détail des calculs est fourni en **annexe A10.7**.

16.6.5 Discussion relative au risque d'exposition par ingestion de sols dans le secteur Est en direction de Pastré

Comme précisé précédemment (cf chapitre 10), compte tenu des premières campagnes d'investigations et conclusions qui en découlent, aboutissant à la définition d'une emprise d'influence du site de la Madrague sur son environnement, présentant une extension englobant des espaces naturels à l'est de la zone résidentielle (secteurs 6 et 9), des investigations complémentaires ont été menées fin 2019 sur cette zone n'ayant jusqu'alors pas fait l'objet d'investigations si ce n'est les 3 échantillons de bruit de fond géochimique urbain.

Afin d'être exhaustif, les risques liés à l'exposition par ingestion de sols impactés dans ce secteur sont étudiés dans le présent chapitre, en retenant les mêmes substances que celles retenues pour évaluer les risques dans le cadre de l'usage d'habitation.

Dans le périmètre d'influence, le secteur Est en direction de Pastré est assez variable en termes de paysage, de topographie et donc d'usage.

Sur la base des observations de terrain, des photographies aériennes et des données topographiques de l'IGN, une cartographie des usages a été dressée au niveau de cette zone afin de rationaliser les impacts mis en évidence vis-à-vis des grands types d'exposition qui en découlent. On se reportera au paragraphe 10.10.3 et particulièrement à la figure 69 pour disposer des usages retenus et de la cartographie de synthèse de la zone d'influence (selon la délimitation définie en figure 59).

En ce qui concerne les cibles, comme pour l'usage résidentiel, il a été pris en compte une cible mixte qui passe de l'âge enfant à l'âge adulte, avec une durée d'exposition totale de 40 ans : enfant (0-7 ans) puis adolescent (7-17 ans) et enfin adulte (pendant 23 ans).

La fréquence d'exposition proposée pour **l'usage de randonnée** dans le secteur Est en direction de Pastré est équivalente à celle retenue pour l'usage de promenade dans le parc des calanques, en considérant que les promeneurs fréquentent la zone impactée 1 jour chaque week-end durant les mois de mars à septembre (période printanière et estivale), soit 28 jours par an, arrondi à **30 j / an**.

Pour les **zones d'usage « Plaisance »**, la fréquence d'exposition proposée a été définie en considérant que la proximité du parc Pastré peut générer une fréquentation plus importante que dans les calanques (usage de balade pour des familles ou assistantes maternelles dans cette zone circulable avec des poussettes, même si les chemins de balade apparaissent bien moins récréatifs pour les enfants que la zone du parc lui-même, avec ses jardins collectifs et zone de jeux de plein-air). Il a ainsi été considéré que les promeneurs fréquentent la zone 3 jours par semaine durant toute l'année à l'exception des 3 mois d'hiver (12 semaines) et de 2 semaines de vacances hors du domicile, soit 38 semaines par an. Soit un total de 114 j / an, arrondi à **115 j / an**.

En ce qui concerne la quantité de sol ingérée quotidiennement, il a été considéré que les jours durant lesquelles les personnes se promènent dans le parc Pastré (zone de promenade ou zone GR), 100% de la quantité ingérée provient des calanques (soit **91 mg/j pour les enfants entre 0 et 7 ans et 50 mg/j pour les adolescents et les adultes**).

Les teneurs mesurées pour les différents types d'usage considérés sont synthétisés dans le tableau suivant. Les données statistiques (teneurs moyennes, minimales, maximales, percentiles, …) ont été définies :

- D'une part en considérant l'ensemble des mesures réalisées (analyses en laboratoire et mesures sur le terrain avec le Niton pour l'arsenic et le plomb, en appliquant un facteur de corrections pour les mesures en plomb comme présenté au paragraphe 10.10.2.4), afin d'avoir les données les plus exhaustives ;
- D'autre part, en considérant uniquement les analyses réalisées en laboratoire, selon un protocole normé, avec accréditation COFRAC, afin de s'affranchir des limites techniques et incertitudes associées aux mesures de terrain avec le Niton.

	Données labo + Niton (avec correction pour le plomb)			Données labo seul		
	Totalité des données	Randonnée GR	Balade - plein air	Totalité des données	Randonnée GR	Balade - plein air
	PLOMB - seuil de référence retenu = 130 mg/kg MS (ELT)					
Nombre total de valeurs	25	4	21	12	2	10
Valeur Maximale	268	255	268	268	238	268
Valeur Minimale	16	128	16	16,2	128	16
Valeur Moyenne	97	189	79	111	183	97
Valeur Médiane	84	186	65	75,45	183	62
P75	128	242	89	175	211	137
P90	237	250	155	237,7	227	238
P95	252	253	235	252	233	253
	ARSENIC - seuil de référence retenu = 25 mg/kg MS (ASPITET)					
Nombre total de valeurs	25	4	21	12	2	10
Valeur Maximale	31	27	31	30,6	27	31
Valeur Minimale	1	18	1	5,19	14	5
Valeur Moyenne	11	22	9	12	20	11
Valeur Médiane	9	22	8	8,84	20	7
P75	14	25	13	14,675	24	13
P90	22	26	14	26	26	18
P95	26	27	18	29	26	24

	CADMIUM - ELT = 0,7 mg/kg MS			CUIVRE - ELT = 60 mg/kg MS			ZINC - ELT = 250 mg/kg MS		
	Totalité des données	Randonnée GR	Balade - plein air	Totalité des données	Randonnée GR	Balade - plein air	Totalité des données	Randonnée GR	Balade - plein air
Nombre total de valeurs	12	2	10	12	2	10	12	2	10
Valeur Maximale	1,27	0,64	1,27	55,10	19,50	55,10	218,00	104,00	218,00
Valeur Minimale	0,40	0,52	0,40	9,79	15,10	9,79	37,30	70,90	37,30
Valeur Moyenne	0,52	0,58	0,51	21,78	17,30	22,68	86,22	87,45	85,97
Valeur Médiane	0,40	0,58	0,40	18,30	17,30	18,50	71,60	87,45	66,20
P75	0,52	0,61	0,47	22,38	18,40	26,33	108,75	95,73	110,98
P90	0,63	0,63	0,60	29,11	19,06	31,79	138,30	100,69	147,80
P95	0,92	0,63	0,94	40,86	19,28	43,45	175,10	102,35	182,90

Pour le cadmium, le cuivre et le zinc, l'ensemble des teneurs mesurées est inférieur aux seuils de référence retenus (ELT). Ces éléments n'ont donc normalement pas à être pris en compte dans les calculs de risques. Ils ont néanmoins été pris en compte afin de pouvoir les intégrer dans les calculs avec cumul des substances si besoin, en étant exhaustifs par rapport aux substances liées à l'activité historiques du site.

Pour l'arsenic et le plomb, sur la zone de balade et d'activité de plein air, les teneurs moyennes calculées sur la zone sont inférieures aux seuils de référence retenus, aussi bien en considérant l'ensemble des mesures réalisées (analyses en laboratoire et mesures sur le terrain avec le Niton), qu'en considérant uniquement les analyses de laboratoires.

Au regard de ces teneurs inférieures aux seuils de référence, il est donc considéré qu'aucun risque sanitaire n'est à prendre en compte pour les usagers dans la zone de balade et d'activité de plein air du secteur Est en direction de Pastré.

Dans une démarche très majorante, des calculs de risques sanitaires ont néanmoins été réalisés pour cette zone en prenant en compte des teneurs égales aux percentiles 90 des teneurs mesurées (en retenant dans une démarche majorante les valeurs calculées sur la base uniquement des analyses de laboratoire, ces valeurs étant plus élevées que celles calculées sur la base des analyses de laboratoire et des mesures Niton).

En ce qui concerne la zone d'usage « randonnée GR », les calculs ont été réalisés en se basant sur la moyenne de l'ensemble des teneurs mesurées la zone (en considérant les analyses en laboratoire et les mesures sur le terrain avec le Niton). Dans une démarche très majorante, des calculs de risques sanitaires ont également été réalisés pour cette zone en prenant en compte des teneurs égales aux percentiles 90 des teneurs mesurées.

Les teneurs retenues pour les calculs de risques ont été déterminées en appliquant les taux de bioaccessibilité moyens déterminés à partir des analyses réalisées, présentées dans le paragraphe 10.7. Dans une démarche

majorante, les taux de bioaccessibilité les plus majorants, correspondant à ceux déterminés dans le secteur des calanques, ont été pris en compte.
Ce sont ainsi les valeurs présentées dans le paragraphe précédent relatif au secteur des calanques qui ont été retenues.

Les teneurs retenues sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 39 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – moyenne

Paramètre	Moyenne des teneurs mesurées - données labo + Niton pour As et Pb (mg/kg MS)	Biodisponibilité relative (prise en compte données les plus pénalisantes = calanques)	Teneurs retenues (mg/kg MS)	Remarque
Arsenic	22	0,59	12,98	Prise en compte donnée labo + niton plus pénalisante que labo seul (= 20 mg/kg MS) Pas à prendre en compte normalement car inférieur à la valeur seuil = 25 mg/kg MS
Cadmium	0,58	0,91	0,53	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 0,7 mg/kg MS
Cuivre	17,3	1*	17,30	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 60 mg/kg MS
Plomb	189	1	189,00	Prise en compte donnée labo + niton corrigée plus pénalisante que labo seul (= 183 mg/kg MS)
Zinc	87,45	1*	87,45	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 250 mg/kg MS

* Pour le cuivre et le zinc, la bioaccessibilité n'ayant pas été déterminée (à défaut de test reconnu existant), il a été considéré une bioaccessibilité de 100% à titre sécuritaire.

Tableau 40 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90

Paramètre	Percentile 90 des teneurs mesurées - données labo + Niton pour As et Pb (mg/kg MS)	Biodisponibilité relative (prise en compte données les plus pénalisantes = calanques)	Teneurs retenues (mg/kg MS)	Remarque
Arsenic	26	0,59	15,34	Si prise en compte données labo seules, concentration = 26 mg/kg MS aussi
Cadmium	0,63	0,91	0,57	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 0,7 mg/kg MS
Cuivre	19	1*	19,00	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 60 mg/kg MS
Plomb	250	1	250,00	Prise en compte donnée labo + niton corrigée plus pénalisante que labo seul (= 237 mg/kg MS)
Zinc	101	1*	101,00	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 250 mg/kg MS

* Pour le cuivre et le zinc, la bioaccessibilité n'ayant pas été déterminée (à défaut de test reconnu existant), il a été considéré une bioaccessibilité de 100% à titre sécuritaire.

Tableau 41 : Teneurs retenues pour l'exposition par ingestion dans la zone de promenade du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90

Paramètre	Percentile 90 des teneurs mesurées - prise en compte des teneurs les plus pénalisantes (mg/kg MS)	Biodisponibilité relative (prise en compte données les plus pénalisantes = calanques)	Teneurs retenues (mg/kg MS)	Remarque
Arsenic	18	0,59	10,62	Prise en compte donnée labo plus pénalisante que labo + niton (= 14 mg/kg MS) Pas à prendre en compte normalement car inférieur à la valeur seuil = 25 mg/kg MS
Cadmium	0,6	0,9	0,54	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 0,7 mg/kg MS
Cuivre	32	1*	32,00	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 60 mg/kg MS
Plomb	238	1	238,00	Prise en compte donnée labo plus pénalisante que labo + niton (= 155 mg/kg MS)
Zinc	148	1*	148,00	Pas à prendre en compte normalement car inférieur à ELT = 250 mg/kg MS

* Pour le cuivre et le zinc, la bioaccessibilité n'ayant pas été déterminée (à défaut de test reconnu existant), il a été considéré une bioaccessibilité de 100% à titre sécuritaire.

En se basant sur ces hypothèses, les niveaux de risque induits par l'exposition des personnes se promenant dans les zones du parc Pastré, par ingestion (accidentelle) de sols impactés sont présentés dans les tableaux suivants. Le détail des calculs est fourni en **annexes A10.8 à A10.10**

Tableau 42 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – teneurs moyennes

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	12,98	1,47E-02	2,88E-03	1,90E-03	8,49E-07	2,78E-07	4,21E-07
Cadmium	0,5278	7,46E-04	1,47E-04	9,64E-05	Sans objet		
Cuivre	17,3	6,29E-05	1,24E-05	8,13E-06	Sans objet		
Plomb	189	0,15	0,03	0,02	7,01E-08	2,29E-08	3,47E-08
Zinc	87,45	1,48E-04	2,91E-05	1,92E-05	Sans objet		
Cumul substances		**0,17**	**0,03**	**0,02**	**9,19E-07**	**3,01E-07**	**4,55E-07**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**1,68E-06**		

Tableau 43 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	15,34	1,73E-02	3,41E-03	2,24E-03	**1,00E-06**	3,29E-07	4,97E-07
Cadmium	0,5733	8,10E-04	1,59E-04	1,05E-04	Sans objet		
Cuivre	19	6,91E-05	1,36E-05	8,92E-06	Sans objet		
Plomb	250	**0,20**	0,04	0,03	9,27E-08	3,04E-08	4,59E-08
Zinc	101	1,71E-04	3,37E-05	2,21E-05	Sans objet		
Cumul substances		**0,22**	**0,043**	**0,028**	**1,10E-06**	**3,59E-07**	**5,43E-07**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**2,00E-06**		

Tableau 44 : Niveaux de risque pour l'exposition par ingestion de sol impacté dans la zone de promenade du secteur Est en direction de Pastré – percentile 90

Composés chimiques	Teneurs retenues (mg/kg MS)	QD (effets à seuil)			ERI (effets sans seuil)		
		Enfant	Ado.	Adulte	Enfant	Ado.	Adulte
Arsenic	10,62	0,05	0,01	0,01	**2,66E-06**	8,72E-07	**1,32E-06**
Cadmium	0,54	0,003	0,001	0,000	Sans objet		
Cuivre	32	0,000	0,000	0,000	Sans objet		
Plomb	238	**0,74**	0,14	0,10	3,38E-07	1,11E-07	1,68E-07
Zinc	148	0,001	0,000	0,000	Sans objet		
Cumul substances		**0,79**	**0,15**	**0,10**	**3,00E-06**	**9,83E-07**	**1,49E-06**
TOTAL enfant + adolescent+ adulte		Sans objet			**5,47E-06**		

Les résultats indiquent que pour l'exposition des promeneurs par ingestion (accidentelle) de sol contaminé dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré, pour chaque substance, le QD est inférieur à 0,2 et l'ERI est inférieur à 10^{-6} en se basant sur les teneurs moyennes, et également en prenant en compte dans une démarche très majorante des percentiles 90.
Ainsi, la qualité des sols superficiels prélevés dans la zone de randonnée GR du secteur Est en direction de Pastré apparaît compatible avec un usage de randonné pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

Pour l'exposition des promeneurs par ingestion (accidentelle) de sol contaminé dans la zone de balade et activité de plein air du secteur Est en direction de Pastré, les résultats des calculs réalisés dans une démarche très majorante sur la base des percentiles 90 indiquent que, pour chaque substance, le QD est inférieur à 0,2 et l'ERI est inférieur à 10^{-6}, à l'exception :

- Du QD lié à l'arsenic pour les enfants et les adultes,
- De l'ERI lié au plomb pour les enfants.

Ces résultats se trouvent dans la zone d'incertitude définie par les intervalles de gestion de l'outil IEM, ce qui nécessite de réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) en additionnant les risques liés aux différentes substances (sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible dans une 1ère approche majorante). Il apparaît alors que le QD cumulé est inférieur à 1 pour les 3 types de cibles (enfants, adolescents et adultes), et que l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : le niveau de risque est acceptable pour les effets sans seuil.

Ainsi, la qualité des sols superficiels prélevés dans la zone de balade et activité de plein air du secteur Est en direction de Pastré apparaît compatible avec un usage de promenade pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

16.6.6 Conclusion concernant l'évaluation des risques sanitaires

L'évaluation des risques sanitaires réalisée met en évidence que les teneurs maximales en cadmium, cuivre et zinc mesurées dans les sols superficiels prélevés au droit des parcelles prises en compte dans la présente étude de risques apparaissent compatibles avec leurs usages constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

En revanche, les calculs de risque réalisés indiquent que des teneurs en arsenic et plomb supérieures aux seuils de référence retenus n'apparaissent pas compatible avec les usages résidentiels constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

De même, la qualité des sols superficiels prélevés dans le parc des calanques apparaît non compatible avec un usage de promenade pour l'exposition par ingestion de sol contaminé pour une fréquentation supérieure à 11 à 16 jours par an.

Enfin, la qualité des sols superficiels prélevés dans la zone de balade et activité de plein air du secteur Est en direction de Pastré apparaît compatible avec un usage de promenade pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

Conformément à la méthodologie décrite dans les textes ministériels d'avril 2017, l'état des milieux n'étant pas compatible avec les usages constatés, un plan de gestion devra être élaboré et mis en œuvre pour gérer les pollutions et maitriser leurs impacts.

17. INTERPRÉTATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX

La démarche d'Interprétation de l'État des Milieux est dédiée aux seuls aspects sanitaires. Les dégradations des milieux sont analysées au regard des conséquences sanitaires potentielles.

Cette démarche a pour objectif de distinguer, lorsque les usages sont déjà fixés :

- Les milieux (d'exposition) qui ne nécessitent aucune action particulière, c'est-à-dire ceux qui permettent une libre jouissance des usages constatés sans exposer les populations à des niveaux de risques excessifs ;
- Les milieux (d'exposition) qui peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux d'exposition et leurs usages constatés ;
- Les milieux (ou les situations) qui nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion. La zone concernée devient alors un site au sens du plan de gestion.

Cette analyse a été réalisée, conformément à la méthodologie nationale, à l'échelle de l'ensemble de la zone investiguée ; dans le cadre de la présente étude, le périmètre d'impact hors site étant non connu, il a été élargi en première approche à un rayon de 1 km autour du site.

Par ailleurs, l'identification de l'ensemble des voies d'exposition pertinentes a été menée parallèlement à la localisation des origines de la pollution. En effet, sans recherche des sources de pollutions, des pollutions concentrées et de leur étendue, l'identification des milieux d'exposition susceptibles d'être dégradés n'a pas de sens.

C'est dans ce cadre que les outils de paragénèse et traitement statistique dédié ainsi que d'isotopie du Plomb ont été utilisés dans une démarche de remontée en paternité des anomalies en métaux enregistrées dans l'environnement du site, eu égard au contexte industriel multiple et complexe dans les terrains hors site (sur un rayon de 1 km et supérieur à ce rayon, le littoral ayant été le siège de multiples industries polluantes).

Dans le cas présent la démarche conclut à l'incompatibilité de l'état des sols de surface de certaines parcelles de riverains ainsi que de secteurs à usage de promenade dans les calanques, avec les usages constatés. Sur cette base, il convient d'identifier les premières mesures de maîtrise des risques pour améliorer rapidement l'état des milieux d'exposition concernés ou réduire l'exposition aux pollutions, sans attendre l'élaboration et la mise en œuvre du plan de gestion.

Le Plan de Gestion qui devra être réalisé sur les parcelles concernée proposera la mise en œuvre de mesures à caractères sanitaire, environnemental ou à la mise en œuvre de restrictions d'usage :

- Les mesures sanitaires : les mesures d'hygiène appropriées consistent généralement à recommander le lavage des mains après contact avec les sols pollués, le lavage des planchers et dallages, des habitations pour prévenir les expositions aux poussières contenant des métaux. Le lavage et l'épluchage soignés des légumes peuvent également être recommandés, ainsi qu'une diversification tant des produits consommés que de leurs provenances.
- Les mesures environnementales : Il peut s'agir pour les sols, d'actions d'interdiction accès, de délimitation de zones impactées, de confinement des sols voire de substitution ….
- Les restrictions d'usage : les restrictions et les interdictions d'usage peuvent porter sur les sols. À cet effet, il convient de rappeler que des restrictions d'usage peuvent être instaurées rapidement par arrêté municipal.

Au regard du contexte de gestion, des différentes signatures chimiques et isotopiques des sols, des zones d'impact doivent être délimitées afin de fixer les périmètres des Plans de Gestion des sols qui devront être menés.

17.1 Synthèse cartographique des anomalies enregistrées dans les sols

Sur la base des conclusions de l'évaluation sanitaire, les seuils de référence suivants ont été retenues et les cartographies de la qualité des sols correspondante ont été réalisées et sont présentées pour l'As et le Pb dans les figures 80 à 82 pour le Pb et 83 pour l'As :

- Pour le Plomb : l'ELT, déterminé à 130 mg/kg MS, et le seuil d'alerte du HCSP de 300 mg/kg MS
- Pour l'Arsenic : le bruit de fond retenu de 25 mg/kg MS

On se reportera au paragraphe 10.4 pour disposer de l'analyse des critères de comparaison et de la sélection des valeurs d'analyse de la situation retenues dans le cas spécifique de la présente étude.

17.1.1 Cas du Plomb

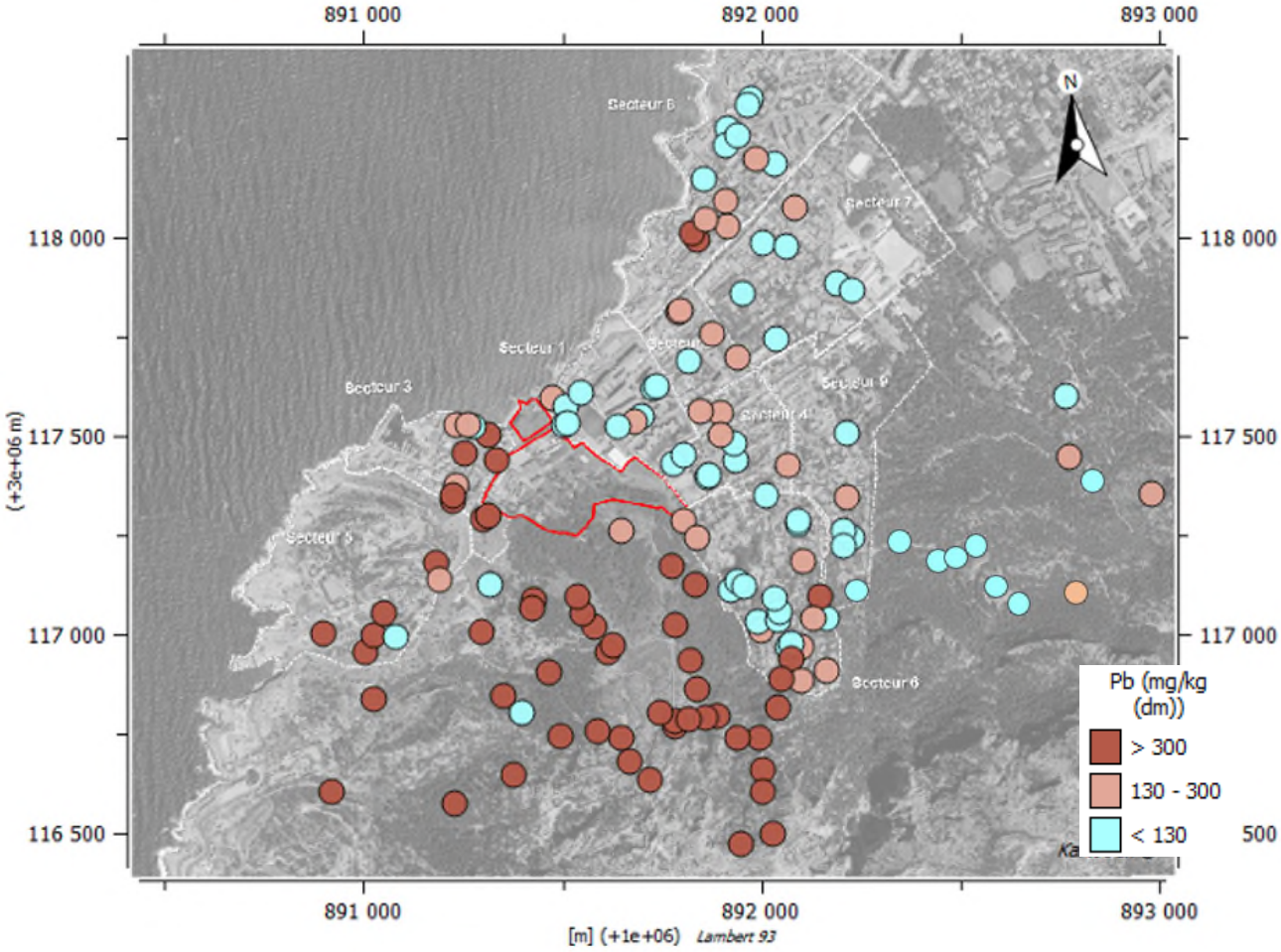


Figure 80 – Cartographie des gammes de concentrations en Pb enregistrées dans les sols de surface

Cette représentation met en évidence la prépondérance des anomalies supérieures à 300 mg/kg MS dans le secteur des Calanques et au niveau des zones riverains sur les secteurs S5, S3 et la zone Sud du secteur 6, pour lesquels un/des Plan(s) de Gestion dédié(s) devra/ont être réalisé(s). Notons que les parcelles sur lesquelles des valeurs de concentration intermédiaires en Pb dans les sols ont été enregistrées (teneurs comprises entre l'ELT et le seuil du HCSP) devront faire l'objet de mesures de gestion proportionnées au regard du risque potentiel à retenir, conformément à la méthodologie nationale et à la demande des pouvoirs publics.

Cette cartographie met également en évidence que le secteur Est en direction de Pastré est un secteur du Parc National des Calanques dont la qualité des sols de surface n'est pas comparable avec la situation dans le secteur Ouest, au droit et à proximité des cheminées historiques (su Site de la Madrague comme de l'Escalette). Sur cette base, l'influence des activités historiques de fonderie sur les sols de surface dans ce dit-secteur est à relativiser de surcroit au regard de la compatibilité de l'état des milieux avec les usages constatés.

Les figures 77 et 78 présentent les cartographies des anomalies par gamme avec détail des parcelles concernées et analyse croisée avec la nature des sols de surface.

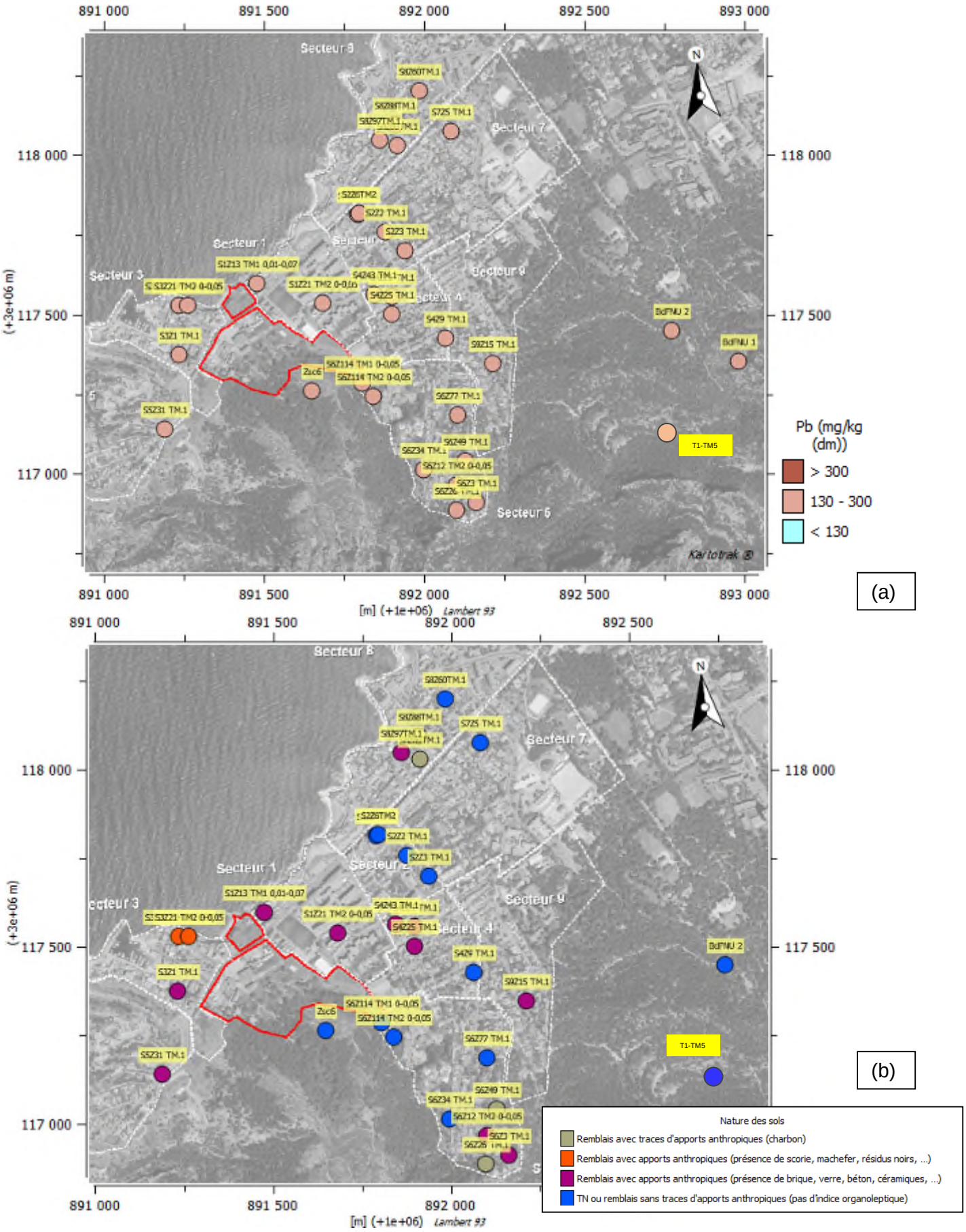


Figure 81 – Cartographies des anomalies en Pb entre l'ELT et le seuil de 300 mg/kg MS (a) et recollement de la nature des sols de surface correspondant (investigations de terrain) (b)

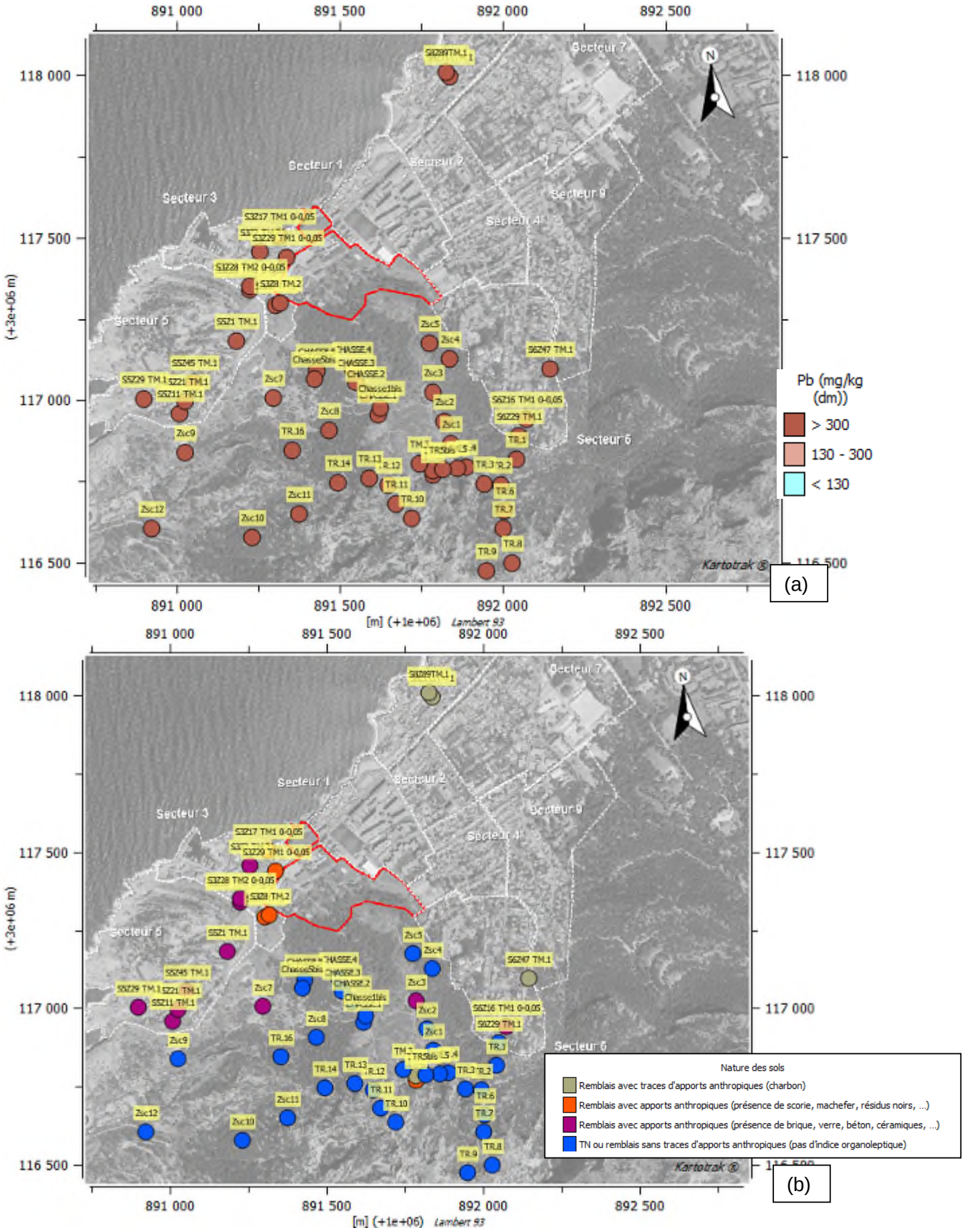


Figure 82 – Cartographies des anomalies en Pb supérieures au seuil de 300 mg/kg MS (a) et recollement de la nature des sols de surface correspondant (investigations de terrain) (b)

17.1.2 Cas de l'Arsenic

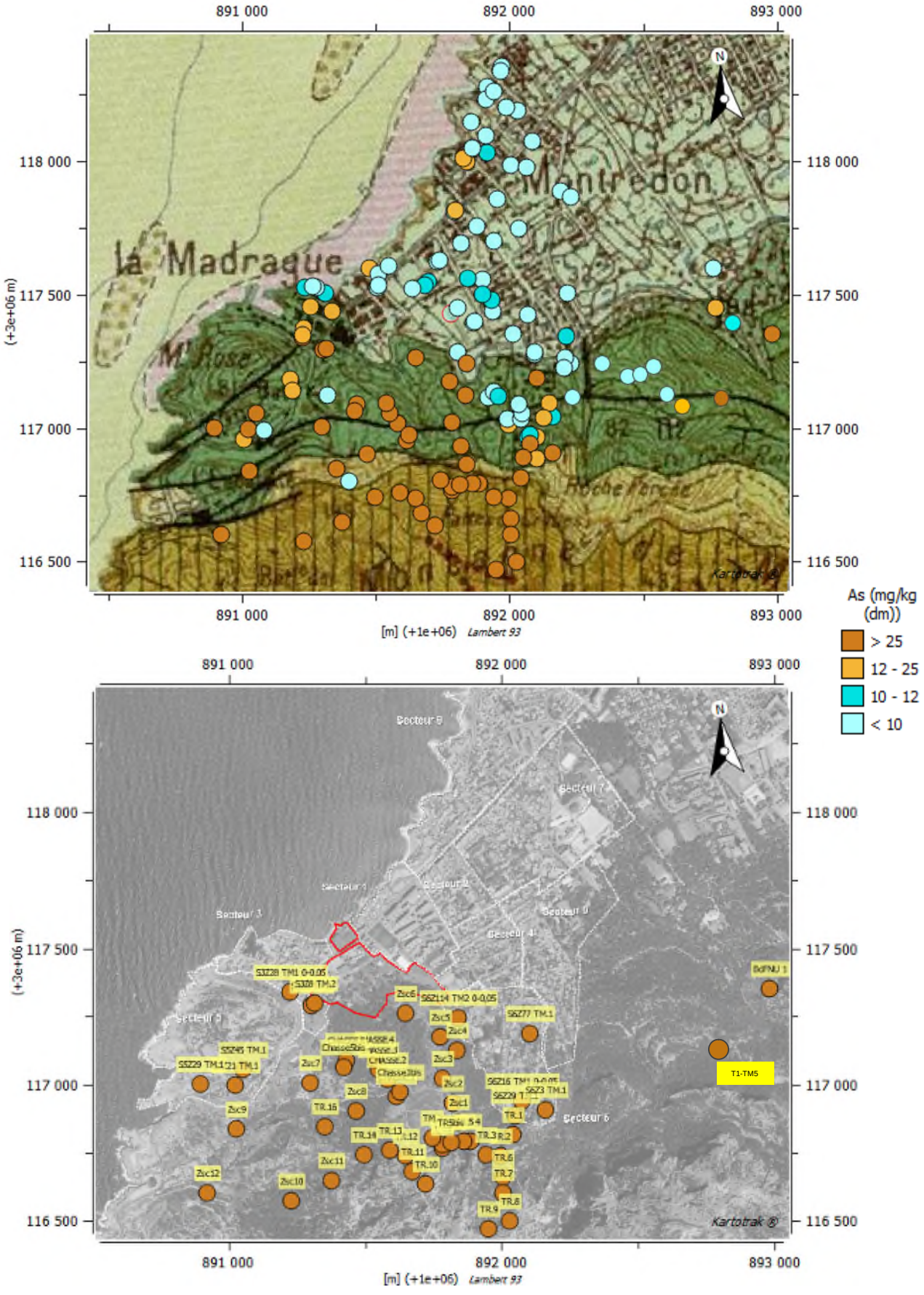


Figure 83 – Cartographie des gammes de concentrations en As enregistrées dans les sols de surface sur fond de carte géologique (a) et détail des anomalies supérieures à 25 mg/kg MS (b)

Cette représentation met en évidence, à l'instar du constat fait pour le Pb, la prépondérance des anomalies en As supérieures à 25 mg/kg MS dans le secteur des Calanques sur le secteur Ouest et au niveau des zones riverains sur les secteurs S5, S3 et la zone Sud du secteur 6, pour lesquels un/des Plan(s) de Gestion dédié(s) devra/ont être réalisé(s).

17.2 Synthèse des parcelles et secteur (hors riverains) présentant des risques potentiels

La synthèse des parcelles et secteur (hors riverains) présentant des risques potentiels est présentées ci-dessous.

17.2.1 Secteur 1

Secteur à Signature mixte avec une signature de remblais (appartenance au Groupe 3).

- Anomalies en Pb systématiquement inférieures au seuil d'alerte du HCSP, mais supérieures à l'ELT retenu
- Anomalies en Pb systématiquement associées à des sols en nature de remblais avec débris de démolition mélangés dans les sols d'apports remaniés
- Pas d'anomalie en As enregistrée dans les sols de surface de ce secteur

Les anomalies, associées à des remblais avec débris de démolition (d'origine et de qualité intrinsèque non connue), ne peuvent être attribuées aux anciennes activités du Site de la Madrague. En effet, l'analyse statistique sur les résultats en ETM met en évidence une appartenance au Groupe 3 (de signature remblais et signature mixte industrielle (traceurs V, ainsi que Co et Ni, pouvant être associés aux activités historiques de verrerie, …)).

SECTEUR	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse
					As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Siganture SdM	Siganture Mélange	Siganture Esc	
Secteur 1	S1Z13TM1	S1Z13TM1 (0,01-0,07)	2	REMBLAIS DEMOLITION	14,4	1,2	**246,0**	98,8	675,0	22,7	0,5	non recherché			
	S1Z21TM2	S1Z21TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,0	1,0	**157,0**	61,2	353,0	17,0	1,0	non recherché			
		S1Z21TM1 (0,05-0,21	2	REMBLAIS DEMOLITION	13,4	0,9	**146,0**	67,7	351,0	16,2	0,9	non recherché			
		S1Z21TM1 (0,21-0,26)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,5	1,0	**220,0**	58,3	423,0	18,2	0,9	non recherché			

17.2.2 Secteur 3

La qualité chimique dégradée des sols est en lien avec la qualité des remblais au droit des parcelles et potentiellement une influence « bruit de fond industriel historique ». Nous soulignons dans ce cadre la présence de remblais métalliques rapportés ainsi que de remblais de démolition sur 100% des 8 parcelles investiguées sur le secteur).

- Nombreuses anomalies en Pb supérieures au seuil d'alerte du HCSP, avec 86% des 22 prélèvements analysés concernés. Les anomalies modérées en Pb (comprises entre l'ELT et le seuil du HCSP) ne concernent que les sols de surface des zones Z1 et Z21.
- Anomalies en Pb systématiquement associées à des sols en nature de remblais avec débris de démolition et/ou mâchefers mélangés dans les sols d'apports remaniés. Chaque TM a mis en évidence la présence de remblais[49].
- Les anomalies en As enregistrée dans les sols de surface de ce secteur sont systématiquement associées à des teneurs en Pb supérieures au seuil du HCSP, elles concernent les sols en surface et en profondeur des zones Z8 et Z28 (et ponctuellement les sols profonds de Z2).

Les anomalies associées à des remblais avec débris de démolition (d'origine et de qualité intrinsèque non connue) ainsi que mâchefers ne peuvent être attribuées aux anciennes activités du Site de la Madrague. En effet, l'analyse isotopique sur les sols en surface et en profondeur de la zone Z2 met en évidence une prépondérance de contribution ESC (remblais avec indice de démolition). Quant à l'outil statistique sur les résultats en ETM, il a permis de mettre en évidence une appartenance au Groupe 2 (qui trace une signature de remblais ainsi qu'un bruit de fond industriel historique mixte).

[49] L'impact des sols exempts d'indice en position sous-jacente ou sus-jacente un horizon de remblais n'est pas surprenant en raison des phénomènes de transfert verticaux des métaux dans les sols. Par ailleurs, rappelons que l'absence d'indice clair de remblais n'exclut pas le caractère potentiel « rapporté » des sols concernés, soit une origine et qualité non connue.

SECTEUR	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse	
					As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Signature SdM	Signature Mélange	Signature Esc		
Secteur 3	S3Z1TM1	S3Z1TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION déchets dans les sols	12,1	0,2	**136,0**	53,3	225,0	22,6	0,4	non recherché			S3Z1	Groupe 2
	S3Z2TM2	S3Z2TM2 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	22,3	1,0	**398,0**	83,0	500,0	13,9	0,5			✓	S3Z2	Groupe 2
		S3Z2TM2 (0,05-0,3)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**47,8**	1,0	**817,0**	139,0	553,0	13,4	1,0			✓		
	S3Z8TM1	S3Z8TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**30,6**	1,5	**908,0**	103,0	1 360,0	28,1	0,6	non recherché				
		S3Z8TM1 (0,05-0,5)	3	REMBLAIS MACHEFERS	**36,3**	1,1	**818,0**	101,0	782,0	26,3	0,8					
		S3Z8TM1 (0,5-0,65)	3	REMBLAIS MACHEFERS	**26,7**	0,2	**411,0**	51,2	314,0	20,9	0,4					
	S3Z8TM2	S3Z8TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**25,4**	1,5	**557,0**	131,0	671,0	44,8	0,8		✓		S3Z8	Groupe 2
		S3Z8TM2 (0,05-0,5)	2	REMBLAIS DEMOLITION	24,4	0,8	**503,0**	97,9	495,0	27,6	0,7	non recherché				
		S3Z8TM2 (0,5-0,75)	3	REMBLAIS MACHEFERS	**31,1**	0,8	**471,0**	83,1	259,0	22,4	0,6					
	S3Z17TM1	S3Z17TM1 (0-0,05)	3	REMBLAIS MACHEFERS	10,8	1,2	**989,0**	71,8	691,0	22,7	0,4	non recherché				
		S3Z17TM1 (0,05-0,25)	2	REMBLAIS DEMOLITION	12,3	1,2	**1 790,0**	57,8	1 190,0	21,9	0,3	non recherché				
	S3Z21TM1	S3Z21TM1 (0-0,05)	3	REMBLAIS MACHEFERS	11,2	1,1	**273,0**	93,8	524,0	18,5	0,2	non recherché				
		S3Z21TM1 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	12,2	1,2	**330,0**	172,0	550,0	19,0	0,3	non recherché				
	S3Z21TM2	S3Z21TM2 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	7,0	1,2	**167,0**	42,5	795,0	19,0	0,3	non recherché				
		S3Z21TM2 (0,05-0,25)	2	REMBLAIS DEMOLITION	6,4	1,0	96,1	23,6	512,0	13,9	0,1	non recherché				
	S3Z28TM1	S3Z8TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**25,2**	2,8	**1 340,0**	183,0	3 080,0	30,5	1,9	non recherché				
		S3Z8TM1 (0,05-0,5)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**26,1**	2,1	**1 080,0**	148,0	2 190,0	28,6	2,1	non recherché				
		S3Z8TM1 (0,5-0,7)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**27,6**	1,1	**611,0**	81,7	687,0	24,1	1,1	non recherché				
	S3Z28TM2	S3Z28TM2 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	15,4	1,4	**390,0**	90,2	715,0	22,3	1,4	non recherché				
		S3Z28TM2 (0,05-0,4)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	17,6	1,2	**430,0**	99,1	674,0	23,3	1,5	non recherché				
	S3Z29TM1	S3Z29TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	18,6	1,3	**809,0**	100,0	557,0	15,8	0,2	non recherché				
		S3Z29TM1 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	17,0	1,7	**1 910,0**	121,0	624,0	17,8	0,3	non recherché				

17.2.3 Secteur 5

La qualité chimique dégradée des sols est en lien avec une double contribution (mise en évidence par l'analyse statistique sur les paragénèse ETM et confirmé par les analyses isotopiques par les experts CNRS et BRGM) liée à un impact en provenance de l'ESC et un impact associé la qualité des remblais au droit des parcelles et potentiellement une influence « bruit de fond industriel historique ». Nous soulignons dans ce cadre la présence de remblais de démolition sur 100% des parcelles investiguées sur le secteur.

- Nombreuses anomalies en Pb supérieures au seuil d'alerte du HCSP, avec 83% des prélèvements analysés concernés. Une anomalie modérée en Pb (comprises entre l'ELT et le seuil du HCSP) a été enregistrée dans les sols de surface de la zone Z31.
- Anomalies en Pb systématiquement associées à des sols en nature de remblais avec débris de démolition dans les sols d'apports remaniés.
- Les anomalies en As enregistrée dans les sols de surface de ce secteur sont associées à des teneurs en Pb supérieures au seuil du HCSP, elles concernent les sols en surface des zones Z21, Z29 et Z45 ; ces deux dernières zones témoignant d'une contribution du Pb dans les sols majoritairement ESC.

Les anomalies associées à des remblais avec débris de démolition (d'origine et de qualité intrinsèque non connue) ne peuvent être attribuées aux anciennes activités du Site de la Madrague. Par ailleurs, l'analyse isotopique sur les sols en surface des zones Z1, Z29 et Z45 met en évidence une prépondérance de contribution ESC validée par les experts CNRS et BRGM (remblais avec indice de démolition). Quant à l'outil statistique sur les résultats en ETM, il a permis de mettre en évidence une appartenance au Groupe 1 (intégrant la signature ESC compte tenu de l'appartenance à ce groupe géographiquement cohérent de 75% des prélèvements au niveau de la zone source ESC) et au Groupe 2 sur ce secteur (qui trace une signature de remblais ainsi qu'un bruit de fond industriel historique mixte).

SECTEUR	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)			Paragénèse	
					As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Signature SdM	Signature Mélange	Signature Esc		
Secteur 5	S5Z1TM1	S5Z1TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	23,0	0,5	**467,0**	66,1	1 040,0	12,3	0,9		✓		S5Z1	Groupe 2
	S5Z11TM1	S5Z11TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	14,5	0,5	**554,0**	37,0	394,0	31,9	0,3	non recherché				
	S5Z21TM1	S5Z21TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**108,0**	2,4	**517,0**	111,0	709,0	16,8	0,5			✓(*)	S5Z21	Groupe 1
	S5Z29TM1	S5Z29TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**65,7**	1,5	**456,0**	118,0	620,0	27,4	0,4			✓	S5Z29	Groupe 2
	S5Z31TM1	S5Z31TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	14,3	0,2	**165,0**	35,8	164,0	18,1	0,4	non recherché				
	S5Z45TM1	S5Z45TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**706,0**	6,2	**3 510,0**	97,6	1 420,0	28,0	1,0			✓(*)	S5Z45	Groupe 1

(*) Signature déterminée sur la base de l'interprétation CNRS tenant compte des systèmes $^{206}Pb/^{207}Pb$ – $^{208}Pb/^{206}Pb$, développée en paragraphe 10.9.1

17.2.4 Secteur 6

La qualité chimique dégradée des sols est en lien avec une double contribution (mise en évidence par l'analyse statistique sur les paragénèse ETM et confirmé par les analyses isotopiques) liée à un impact en provenance du Site de la Madrague et un impact associé à la qualité des remblais au droit des parcelles et potentiellement une influence « bruit de fond industriel historique ». Nous soulignons dans ce cadre la présence de remblais de démolition sur plus de 60% des parcelles investiguées sur le secteur.

- Quelques anomalies en Pb supérieures au seuil d'alerte du HCSP, avec 14% des prélèvements analysés et 3 parcelles concernées : Z16, Z29 et Z47. Ces anomalies sont associées à des sols en nature de remblais avec débris de démolition ou charbon sur les zones Z16 et Z47, mais ce n'est pas le cas pour la zone Z29 qui en outre est localisée le plus au Sud de la zone urbanisée, en direction de la cheminée haute du Site de la Madrague.
- Des anomalies modérées en Pb (comprises entre l'ELT et le seuil du HCSP) ont été enregistrées dans les sols de surface de 12 zones du secteur associés à des remblais sur 5 des 9 parcelles concernées.
- Les anomalies en As enregistrées dans les sols de surface de ce secteur sont associées à des anomalies en Pb, elles concernent les sols en surface des zones Z3, Z29, Z47, Z77 et Z114. Les résultats de l'analyse statistique sur les screening ETM mettent en évidence une appartenance des zones Z3, Z29 et Z34 au Groupe 4 (intégrant la signature du Site de la Madrague compte tenu de l'appartenance à ce groupe géographiquement cohérent d'environ 70% des prélèvements au niveau de la zone source du Site de la Madrague), en cohérence géographique avec le positionnement de la zone source du Site de la Madrague et des parcelles concernées.

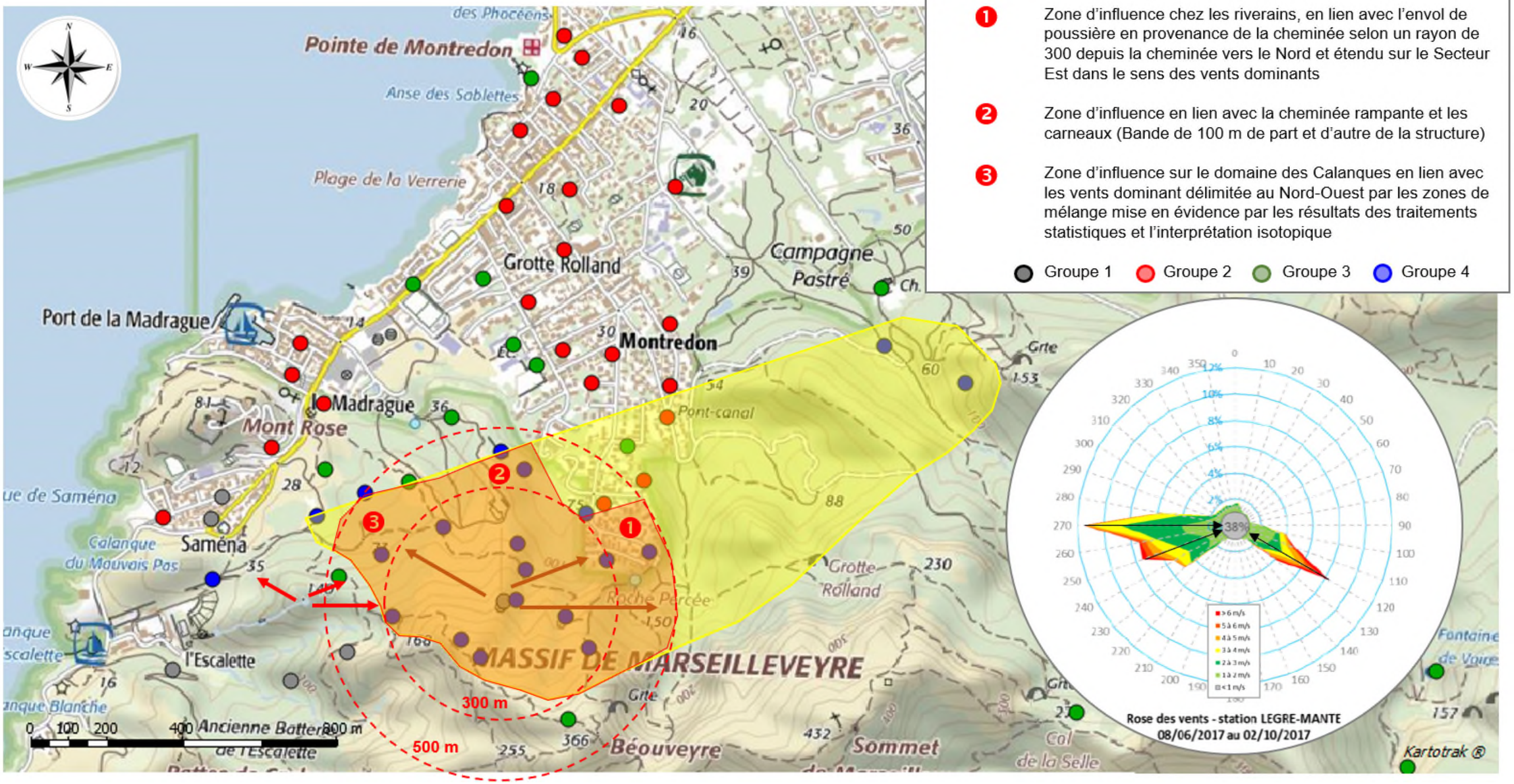
Les anomalies associées à des remblais avec débris de démolition (d'origine et de qualité intrinsèque non connue) ne peuvent être attribuées aux anciennes activités du Site de la Madrague.

En revanche, les résultats de l'analyse statistique sur les screening ETM mettent en évidence une appartenance des zones Z3, Z29 et Z34 au Groupe 4, en cohérence géographique avec le positionnement de la zone source du Site de la Madrague et des parcelles concernées. Par ailleurs les zones Z38, Z47, Z105 appartiennent au groupe statistique 2 et la zone Z77 au groupe 3.

Sur cette base, il semblerait que la zone d'impact de l'ancien Site de la Madrague concerne un rayon de 300 m dans le sens des vents dominants, centré sur la cheminée verticale. En effet, l'analyse isotopique CNRS sur les sols en surface de la zone Z29 met en évidence une prépondérance de contribution du Site de la Madrague (dans des sols exempts d'indice organoleptique), ce qui n'est pas le cas des sols de surface de la zone Z77 qui témoignent d'une signature globalement mixte selon l'approche CNRS (avec une légère prépondérance ESC). La zone retenue sur cette base correspondrait à la pointe Sud du secteur 6 : selon un rayon de 300 m depuis la cheminée haute en direction du Nord et prolongé dans le sens des vents dominants vers l'Est.

Toutefois, en l'absence de consensus sur l'isotopie entre les experts, hors secteur 5, les 2 zones d'influence sont présentées en figure page suivante : concernant spécifiquement les zones riveraines, la zone d'influence tenant compte de la seule approche statistique retenue par le BRGM, présentée en paragraphe 10.8.2 et la zone riveraine tenant compte des résultats statistiques et isotopiques proposée.

SECTEUR	PLVT	PLVT REPRESENTATIF RETENU	INTERFERENCE POTENTIELLE NATURE DES SOLS		Métaux caractéristiques fumées			Métaux caratéristiques crassier		Métaux non liés au site		Isotopie du Plomb (en noir : interprétation CNRS en bleu interprétation commune CNRS/BRGM)		
					As	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Hg	Siganture SdM	Siganture Mélange	Siganture Esc
Secteur 6	S6Z3TM1	S6Z3TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**47,2**	0,8	**144,0**	58,2	166,0	18,3	0,2	non recherché		
	S6Z12TM1	S6Z12TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	11,6	0,6	72,0	33,5	169,0	14,2	0,1	non recherché		
	S6Z12TM2	S6Z12TM2 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	13,9	0,8	**161,0**	37,5	334,0	19,2	0,2	non recherché		
	S6Z15TM1	S6Z15TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	11,1	0,8	113,0	135,0	264,0	28,5	0,4	non recherché		
	S6Z16TM1	S6Z16TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	**32,9**	1,7	**475,0**	65,5	440,0	21,7	0,3	non recherché		
	S6Z26TM1	S6Z26TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	22,6	0,5	**151,0**	7,6	70,9	14,4	0,1	non recherché		
	S6Z29TM1	S6Z29TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**42,9**	1,3	**396,0**	36,0	186,0	35,5	0,1	✓		
		S6Z29TM1 (0,05-0,15)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**56,4**	1,2	**445,0**	24,7	161,0	31,6	0,1	non recherché		
	S6Z34TM1	S6Z34TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	16,4	0,6	**212,0**	16,6	66,5	8,5	0,1	non recherché		
	S6Z34TM2	S6Z34TM2 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	9,5	0,5	99,0	60,6	169,0	22,0	0,3	non recherché		
		S6Z34TM2 (0,05-0,2)	1	REMBLAIS CHARBON	9,6	0,5	85,5	50,1	146,0	18,8	0,2	non recherché		
	S6Z38TM1	S6Z38TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,9	0,2	71,8	42,9	273,0	18,9	0,3	non recherché		
	S6Z42TM1	S6Z42TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	7,7	0,4	70,1	37,4	168,0	16,4	0,2	non recherché		
	S6Z46TM1	S6Z46TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	11,0	0,6	98,9	29,6	304,0	23,4	0,1	non recherché		
	S6Z47TM1	S6Z47TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	23,9	1,6	**475,0**	411,0	877,0	37,8	0,3	non recherché		
		S6Z47TM1 (0,05-0,3)	1	REMBLAIS CHARBON	**30,2**	1,5	**528,0**	482,0	921,0	45,8	0,5	non recherché		
	S6Z49TM1	S6Z49TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	14,3	1,0	**160,0**	57,8	372,0	28,1	0,4	non recherché		
	S6Z58TM1	S6Z58TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	6,0	0,8	108,0	114,0	279,0	17,7	0,1	non recherché		
	S6Z77TM1	S6Z77TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**26,0**	0,5	**168,0**	37,2	165,0	29,2	0,2		✓	
		S6Z77TM1 (0,05-0,3)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**37,7**	0,8	**279,0**	29,0	172,0	25,1	0,2	non recherché		
	S6Z95TM1	S6Z95TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	9,0	0,2	54,0	14,0	79,2	12,1	0,1	non recherché		
	S6Z96TM1	S6Z96TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	7,0	0,2	25,2	26,3	78,1	14,8	0,1	non recherché		
	S6Z105TM1	S6Z105TM1 (0-0,05)	1	REMBLAIS CHARBON	8,6	0,6	111,0	42,3	250,0	16,7	0,3	non recherché		
	S6Z111TM1	S6Z111TM1 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,9	0,4	31,5	10,3	31,3	15,8	0,1	non recherché		
		S6Z111TM1 (0,05-0,3)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**34,5**	0,4	67,8	9,3	31,6	12,6	0,1	non recherché		
		S6Z111TM1 (0,3-0,4)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,3	0,4	43,0	16,0	51,1	24,1	0,1	non recherché		
	S6Z111TM2	S6Z111TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,8	0,4	**177,0**	21,3	65,4	11,0	0,1	non recherché		
		S6Z111TM2 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	7,4	0,4	48,2	20,6	59,3	11,7	0,1	non recherché		
	S6Z111TM3	S6Z111TM3 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	11,7	0,4	64,1	9,6	35,3	9,8	0,1	non recherché		
		S6Z111TM3 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	11,5	0,4	76,8	13,2	44,1	11,2	0,1	non recherché		
	S6Z114TM1	S6Z114TM1 (0-0,05)	2	REMBLAIS DEMOLITION	10,6	0,5	**171,0**	36,5	398,0	20,2	1,0	non recherché		
		S6Z114TM1 (0,05-0,25)	2	REMBLAIS DEMOLITION	9,4	0,4	**153,0**	28,8	266,0	16,3	0,1	non recherché		
	S6Z114TM2	S6Z114TM2 (0-0,05)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**32,4**	0,4	**235,0**	20,9	77,1	13,3	0,2	non recherché		
		S6Z114TM2 (0,05-0,25)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	8,2	0,4	36,7	9,3	24,6	12,8	0,1	non recherché		
		S6Z114TM2 (0,25-0,5)	0	REMBLAIS SANS IO NOTABLE	**28,6**	0,5	**241,0**	22,9	99,4	14,5	0,1	non recherché		


Légende
1 Zone d'influence chez les riverains, en lien avec l'envol de poussière en provenance de la cheminée selon un rayon de 300 depuis la cheminée vers le Nord et étendu sur le Secteur Est dans le sens des vents dominants
2 Zone d'influence en lien avec la cheminée rampante et les carneaux (Bande de 100 m de part et d'autre de la structure)
3 Zone d'influence sur le domaine des Calanques en lien avec les vents dominant délimitée au Nord-Ouest par les zones de mélange mise en évidence par les résultats des traitements statistiques et l'interprétation isotopique
Groupe 1
Groupe 2
Groupe 3
Groupe 4
Pointe de Montredon
Anse des Sablettes
Plage de la Verrerie
Grotte Rolland
Campagne Pastré
Port de la Madrague
Montredon
la Madrague
Mont Rose
Pont-canal
Saména
Calanque du Mauvais Pas
l'Escalette
Roche Percée
MASSIF DE MARSEILLEVEYRE
Grotte Rolland
Béouveyre
Sommet
Col de la Selle
Ancienne Batterie de l'Escalette
Fontaine de Voire
Kartotrak ®
300 m
500 m
0 100 200 400 800 m
Rose des vents - station LEGRE-MANTE
08/06/2017 au 02/10/2017

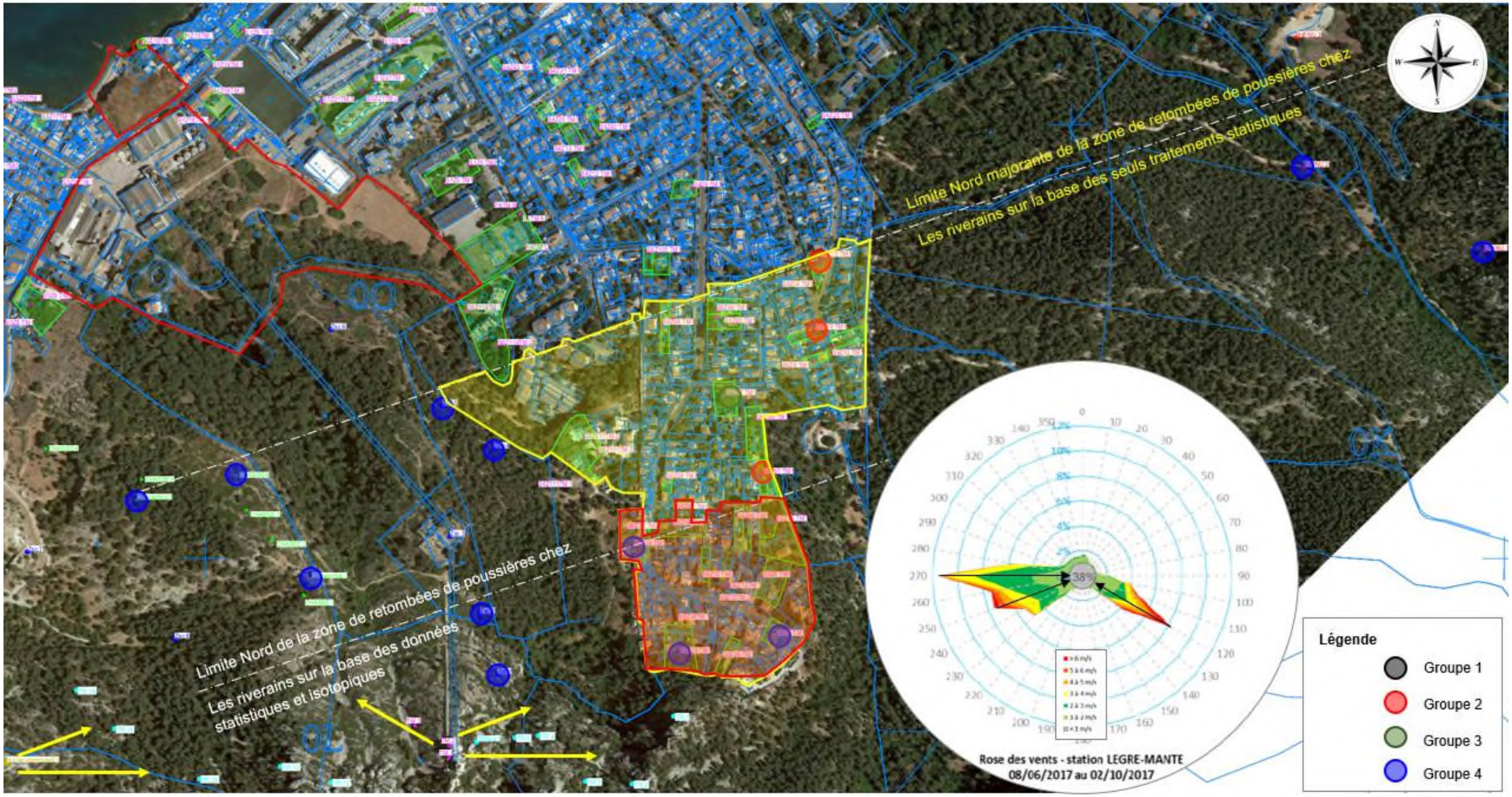


Figure 84 – Cartographie des groupes statistiques avec délimitation des zones riveraines mises en évidence comme majoritairement impactées par les anciennes activités du Site de la Madrague

La zone d'inluence définie sur la base de l'ensemble des analyses et interprétations est présentée dans son ensemble sur fond de photographie aérienne récente en figure 85 page suivante ; la figure 86 présente quant à elle le détail de la zone urbaine concernée sur fond de plan cadastral.

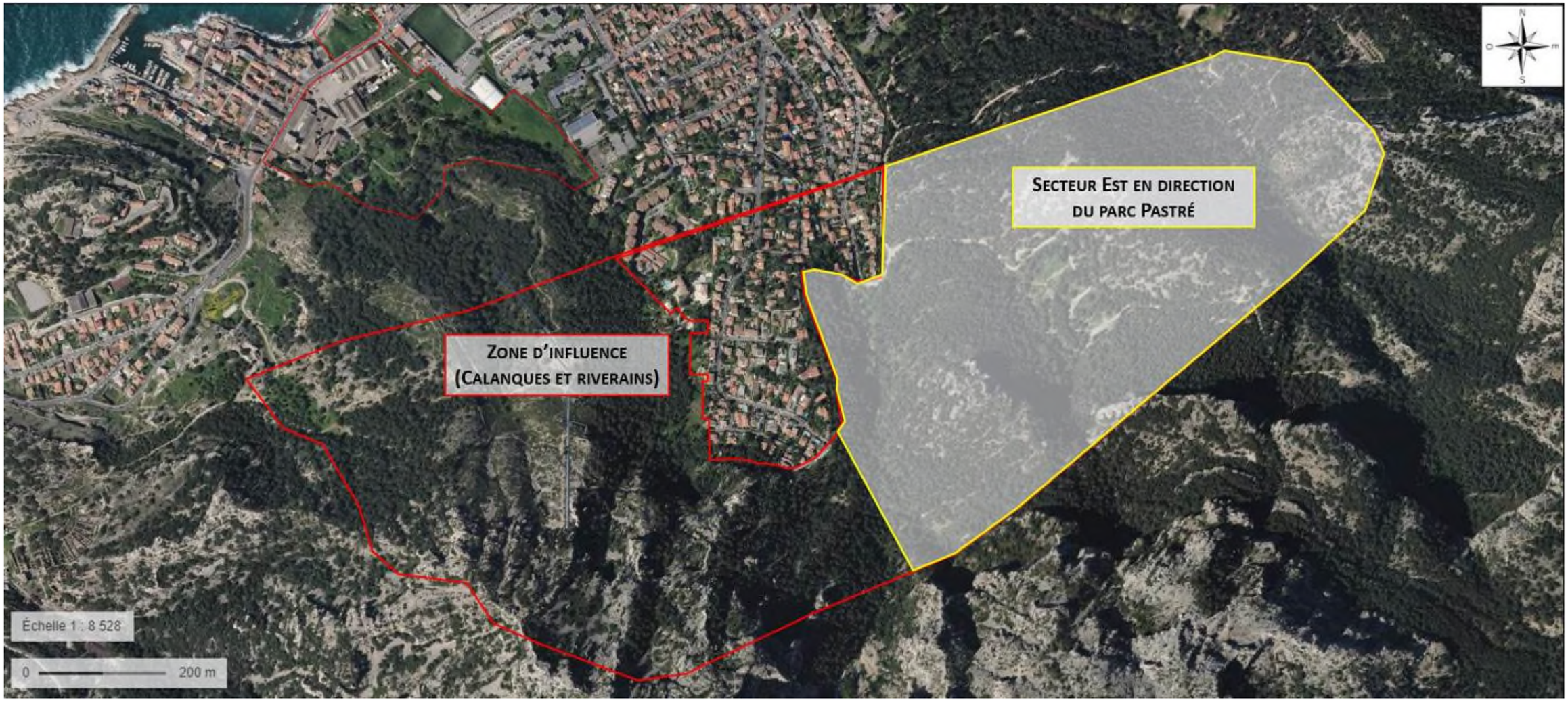


Figure 85 – Cartographie de la zone d'influence majoritairement impactée par les anciennes activités du Site de la Madrague sur fond de photographie aérienne récente

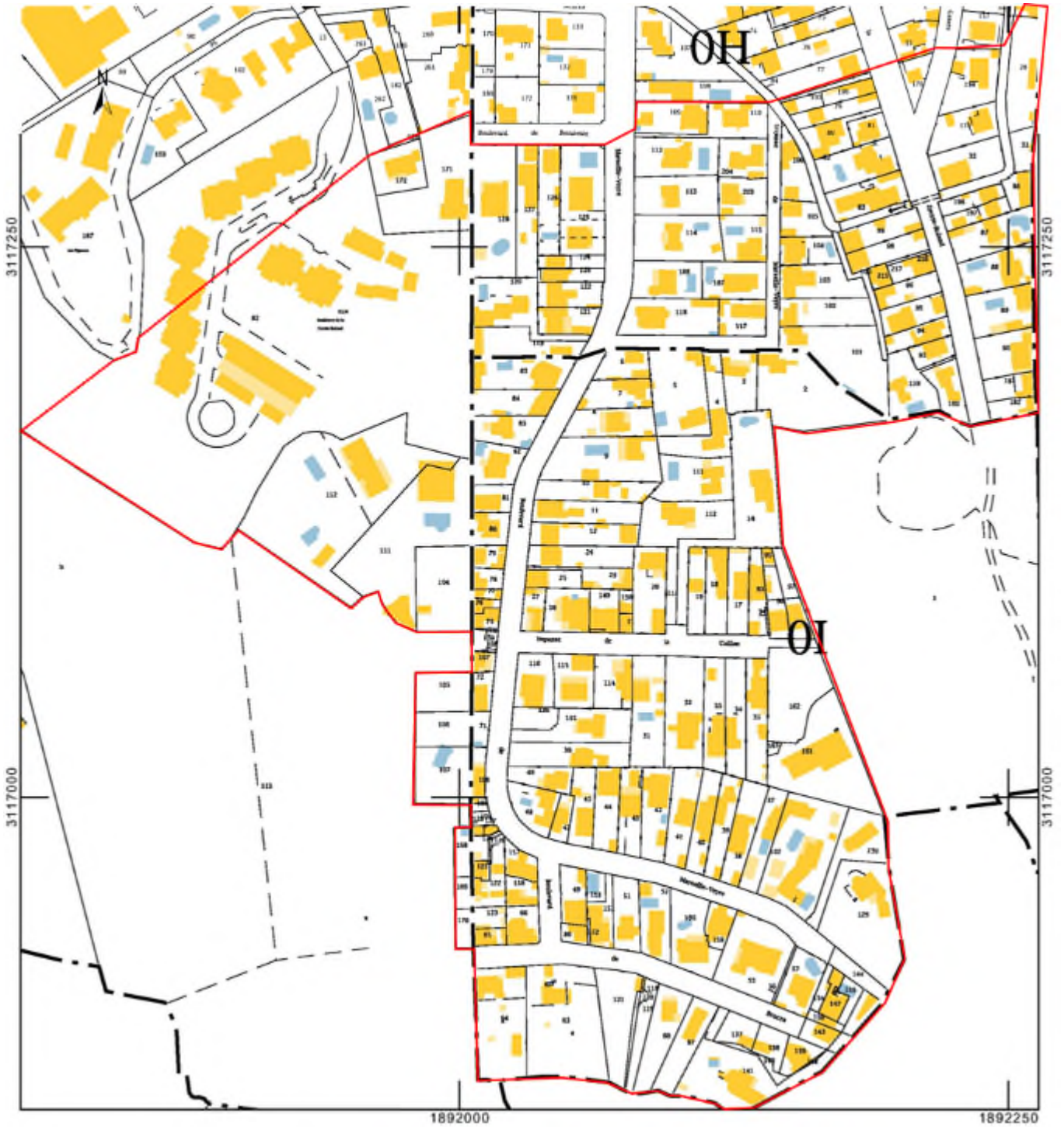


Figure 86 – Cartographie de la zone d'influence en secteur « riverains » majoritairement impactée par les anciennes activités du Site de la Madrague sur fond de photographie aérienne récente

17.2.5 Secteurs 2, 4, 7, 8 et 9

Secteurs sans impact identifié du Site de la Madrague et pour les secteurs S2, S4 et S7 à signature mixte avec prépondérance de contributions isotopiques ESC ou autres dans les sols, sans indice organoleptique et une signature de remblais (appartenance majoritairement au Groupe 2 et ponctuellement au Groupe 3).

- Quelques anomalies en Pb supérieures au seuil d'alerte du HCSP, avec 5% des prélèvements analysés et 2 parcelles concernées sur le secteur 8 uniquement : Z89 et Z111. Ces anomalies sont systématiquement associées à des sols en nature de remblais avec débris de charbon.

- Des anomalies modérées en Pb (comprises entre l'ELT et le seuil du HCSP) ont été enregistrées dans les sols de surface de 20 zones des secteurs associés à des remblais sur 7 des 15 parcelles concernées.
- Pas d'anomalie en As enregistrée dans les sols de surface de ce secteur

Les anomalies, associées à des remblais avec débris de démolition (d'origine et de qualité intrinsèque non connue), ne peuvent pas être attribuées aux anciennes activités du Site de la Madrague. En effet, l'analyse statistique sur les résultats en ETM met en évidence une appartenance généralisée sur ces secteurs au Groupe 2 (qui trace une signature de remblais ainsi qu'un bruit de fond industriel historique mixte), ainsi que ponctuellement au Groupe 3 pour les parcelles S8Z26 et PA TMB qui ne témoignent d'aucune anomalie en 8ETM.

Concernant le cas particulier des sols des parcelles S8Z88 et Z89, il a précédemment été mis en évidence que les sols de ces zones correspondent à des remblais à l'origine de la qualité dégradée, par ailleurs, la contribution isotopique déterminée par le CNRS ne reflète pas l'impact d'une des cheminées verticales, mais plutôt la nature des remblais sur les parcelles concernées.

18. CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

Par ordre et pour le compte de SFPT MANTE, ERG ENVIRONNEMENT a été missionnée afin d'effectuer une Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) relative aux milieux identifiés comme vulnérables et aux voies d'exposition potentielles à l'extérieur de l'ancien Site de la Madrague, adressé 108 avenue de la Madrague de Montredon, 13008 Marseille.

L'ancien Site de la Madrague s'étend sur une superficie d'environ 8,5 ha que l'on peut décomposer en 3 parcelles de la façon suivante, du sud au nord :

- Parcelle A : 5 ha environ de terrain soit « naturel » (parties sommitales du site) soit ayant fait l'objet d'une exploitation industrielle ancienne (des infrastructures de l'ancienne cheminée et les carneaux de la fonderie historique sont toujours en place),
- Parcelle C : 2,7 ha environ ayant fait l'objet d'une exploitation industrielle récente (bâtiments, voiries et installations de traitement des eaux usées),
- Parcelle B : 0,7 ha environ de terrain remblayé en surplomb de la mer, de l'autre côté de l'avenue de la Madrague par rapport au site industriel.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une requalification de l'ancien site industriel pour l'aménagement d'un ensemble immobilier, ainsi que pour la gestion du crassier existant aujourd'hui rattaché à l'usine, et répond aux exigences de l'Administration dans l'Art. 1.1 du projet d'arrêté préfectoral transmis le 04/07/2017.

18.1 Synthèse et conclusions de l'étude historique et documentaire

Le site de la Madrague a abrité en particulier :

- Une usine de traitement de plomb argentifère et de zinc par natrométallurgie et fabrication de soude (1875-1883 : société Hilarion-Roux) ;
- Un site de production d'acide tartrique et d'acide sulfurique (de 1888 à 2009 : société Legré Mante et ayants droits).

L'étude historique a permis de détailler les procédés industriels employés par l'usine et de recenser et localiser les sources potentielles de pollution associées.

En termes d'impact sur les milieux environnant les principaux déchets générés par l'usine correspondent :

- Aux rejets par les cheminées dans l'atmosphère de résidus carbonés et particules métalliques et métalloïdes,
- Aux résidus issus des ateliers, fonderies et forges restés en place sur le site, stockés au sein de bassins, ou dans des parcs à déchets (crassier de la parcelle B).

Remarque : La seconde période d'activité a été à l'origine d'une forte transformation du schéma industriel d'une part (avec la transformation des anciens bâtiments, le changement du process, du mode d'approvisionnement des minerais (pyrites), l'ajout de cheminée, …) ainsi que la modification de la nature des rejets et déchets générés par les nouvelles activités sur site : fabrication d'acide tartrique et de crème de tartre dont le process nécessite l'utilisation d'acide sulfurique autoproduit sur site à partir de pyrites, de brinde et de soufre de silice.

Ces nouvelles activités ne sont pas à l'origine des mêmes déchets et rejets que les activités de fonderie Hilarion Roux.

Il est important de souligner, comme le met en évidence le descriptif détaillé des process ci-dessous, que le système de gestion des fumées (carneaux, cheminées rampantes et cheminée haute dans les Calanques) n'a été utilisé que pour l'épuration des fumées durant la dizaine d'années d'activité historique de fonderie et affinage de Plomb Hilarion Roux.

Par ailleurs, de nombreuses activités historiques ayant pu générer des pollutions extérieures sont répertoriées sur le littoral et en particulier dans un rayon de moins de 2 km de l'ancien Site de la Madrague : usines d'acide sulfurique, usines de plomb, usine de raffinage de souffre, usine d'épuration de pétrole, verrerie.

Les activités de ces usines à plomb et particulièrement celle de l'Escalette antérieure à l'implantation du site de la Madrague ont généré des envols de poussières mais aussi des dépôts de scories disséminés en bordure de littoral, occasionnant ainsi une pollution par dissémination de poussières et une pollution dite ponctuelle.

Par ailleurs, des matériaux pollués issus des usines présentes historiquement ont été réutilisés ou recyclés notamment dans le secteur du Mont Rose en tant que remblais (routes, chemins, plate-forme, …), dans de nombreuses autres zones et également au droit de divers sites (notamment sous des maisons des Goudes) et probablement pour la création de la plateforme de l'usine du site de la Madrague.

A noter que l'activité au plomb de l'usine du Site de la Madrague a fonctionné sur une période près de 10 fois moins longue que l'Escalette et utilisait un procédé avec une meilleure performance et un taux de pertes en éléments métalliques de 6 à 10 fois inférieur. Le dispositif de condensation et d'évacuation des fumées utilisé sur le site à l'étude (condensateur muni de véritables chambres de condensation, cheminée rampante de 800 m) présentait également une meilleure performance que ceux utilisés dans l'usine de l'Escalette (simples conduits, longueur relativement peu importante, cheminée verticale de faible hauteur).

Pendant la période d'activité de production d'acide sulfurique (à partir de souffre de silice, de pyrites et de Blende) qui a durée sur une période de 70 ans environ, les fumées étaient prises en charge par un système de gestion déconnectés du dispositif de condensation et d'évacuation des fumées historiquement créé et utilisé pour les activités de Plomb Hilarion Roux (carneaux et cheminée rampante). Les fumées étaient caractérisées sur cette période par une signature essentiellement en Fe, S, Zn et Cu plutôt que Pb, As et Cd.

A partir de 2008, une quarantaine de chercheurs des Universités d'Aix-Marseille et de Toulon ont travaillé conjointement sur les transferts de contaminants issus des activités industrielles passées dans le massif de Marseilleveyre au travers du projet MARSECO (2008-2013, ANR CESA 018).
Une cartographie des concentrations en métaux et métalloïdes des sols de surface du massif de Marseilleveyre et des îles environnantes a fait apparaître des patrons de dispersion de la pollution autour des anciens sites métallurgiques, liés au vent et au relief.

Le site s'inscrit donc dans un contexte historique industriel dense sur le secteur des Calanques à l'étude, antérieurs et contemporains aux activités sur le site, avec des activités et process proches de ceux qui ont été pratiqués sur le Site de la Madrague (activité de plomb sur le site de l'Escalette notamment, dont le système d'évacuation des fumées est localisé à proximité du site). Par ailleurs, des pratiques de remblaiement à l'échelle du littoral avec des scories et autres remblais industriels ont été mises en évidence sur le domaine public, mais également potentiellement chez les particuliers avoisinants (remblaiements historiques des secteurs avant aménagement par exemple).

Afin de permettre l'établissement de l'IEM au regard du contexte historique, des outils spécifiques de diagnostic (paragénèse et isotopie) ont été sélectionnés pour de permettre entre autres de tracer les contributions, des différentes activités, à la qualité constatée des sols hors site et de définir le(s) périmètre(s) impacté(s) témoignant d'une signature et d'un impact 100% attribuable au Site de la Madrague.

L'évaluation des impacts historiques du Site de la Madrague doit également tenir compte de la nature intrinsèque des sols hors site : des remblais d'apports de nature et d'origine non connue, pourrait être à l'origine d'impact, n'entrant pas dans le champ de responsabilité de la SFPT (pratiques de remblaiement de tiers non traçable et non maitrisable).

18.2 Synthèse et conclusions de l'étude de vulnérabilité

L'usine s'inscrit en limite immédiate du Massif des Calanques de Marseille référencé en site classé depuis 1975 au titre de la loi du 2 mai 1930 et inscrit depuis le 18 avril 2012 comme Parc National à la fois terrestre, marin et périurbain, permettant le renforcement de la protection de cet espace naturel.

En termes d'usages environnant, le site est localisé :
- Dans un environnement d'habitat résidentiel avec jardins privatifs (jardins d'agrément essentiellement et potagers/vergers pour 30 des 80 parcelles investiguées),
- À proximité d'un établissement scolaire,
- Au cœur du massif des calanques où des activités de promenade, chasse et cueillette sont pratiqués,
- À proximité du littoral, lieu de baignade, sport nautique et pêche.

Le contexte hydrologique local est représenté par :
- La mer (absence de cours d'eau), constituant l'exutoire principal
- Du canal de Marseille traversant le site,
- Des eaux de ruissellement sur le massif des calanques, l'ancienne usine et le crassier,
- Des eaux souterraines s'infiltrant au sein du massif calcaire karstique.

Une partie des eaux de ruissellement du site est susceptible de rejoindre le réseau de collecte publique des voiries environnantes.

L'eau souterraine au droit du site ne constitue pas une ressource locale, ce milieu n'a donc pas été étudié dans le cadre de l'IEM en tant que milieu d'exposition.

Les voies de transfert correspondent majoritairement aux retombées atmosphériques pendant le fonctionnement de l'usine mais également à l'envol actuel de poussières depuis les sols impactés non recouverts et au transfert via ruissellement et infiltration jusqu'à la mer.

Au regard de la durée d'exploitation de l'usine du Site de la Madrague (notamment 10 ans d'activité du plomb à la fin du XIXème siècle, avec utilisation des carneaux de la cheminée rampante et de la cheminée haute) et de la topographie très marquée du secteur influençant les envols et l'accumulation de poussières, la dispersion par les vents dans toutes les directions a été étudiée. En revanche dans le cadre des transferts actuels, il a été tenu compte de la direction des deux vents dominants : le mistral, de secteur nord-ouest à nord, et le marin, vent du Sud Est.

L'état actuel des milieux environnant le site est de plus susceptible d'évoluer en fonction de différents facteurs.
Le régime pluvial méditerranéen et la topographie fortement marquée sur la zone des calanques favorisent les transferts en surface et contribuent à de fortes vitesses d'écoulement.

En revanche la présence d'espaces naturels et végétalisés sur des secteurs en pied de versant peut quant à elle limiter les transferts et piéger les particules transportées par les eaux de ruissellement.

Les incendies sont également susceptibles de remobiliser des métaux présents dans les sols en modifiant les propriétés physico-chimiques des sols et en favorisant le ruissellement et l'érosion des sols.

L'étude documentaire a permis de retenir les voies de transfert et d'exposition suivantes :
- retombées atmosphériques des particules présentes dans les fumées durant l'exploitation de l'usine du Site de la Madrague :
- envol de poussières durant la période d'activité et de nos jours, notamment depuis le crassier en parcelle B,
- entrainement de particules par les eaux de ruissellement vers la mer,
- migration par infiltration dans les sols vers les eaux souterraines puis vers la mer,
- exposition par contact direct avec les sols dans le parc des calanques et au droit des jardins riverains,
- exposition par inhalation de particules en lien avec l'envol de poussières,
- consommation de végétaux (cueillette dans les Calanques, jardins potagers et vergers),
- exposition en lien avec les différents usages du milieu marin (baignade, sport nautique, pêche).

Les eaux souterraines ne représentent en revanche pas une ressource en eau localement (absence de captages vulnérables).

En ce qui concerne l'exposition liée à la consommation de végétaux : selon la démarche proportionnée de l'IEM, seule l'exposition par ingestion (accidentelle) de sols impactés a été prise en compte car c'est la voie d'exposition principale (avec réalisation d'investigations sur les sols). Elle concerne en effet l'ensemble des parcelles investiguées, alors que l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits ne concerne qu'une faible proportion de la population.

18.3 Synthèse et conclusions principales du diagnostic de la qualité des milieux hors site

Au regard des enjeux mis en évidence, des investigations ont été menées sur les milieux d'exposition identifiés :

- Sols superficiels : 126 prélèvements et analyses sur un secteur d'influence de 1 km autour du site à l'étude,
- Eau de mer et sédiments :
  - 12 prélèvements et 12 analyses d'eau de mer répartis en 6 stations entre la Pointe Rouge et Les Calanques de la Mounine,
  - 18 carottages de sédiments et 6 analyses de sédiments répartis en 6 stations entre la Pointe Rouge et Les Calanques de la Mounine,
  -
- Faune marine (oursin) : 6 points de prélèvement sur les mêmes stations que les prélèvements d'eau de mer,
- Retombées atmosphériques : intégration des résultats de l'étude Air PACA l'impact du réenvol potentiel de poussières du crassier.

Dans la perspective d'identifier la signature du Site de la Madrague et de la différencier des interférences extérieures, au regard du contexte industriel historique dense à proximité direct du site, il a tout d'abord été réalisé des prélèvements et analyses des sources retenues au droit du site :

- La cheminée verticale encore présente sur site : 1 prélèvement et analyse des encroutements,
- La cheminée rampante et cheminée verticale haute (zone calanques) : 5 prélèvements et analyses des encroutements,
- Le crassier présent sur la parcelle B : 6 prélèvements et analyses des sols du crassier Ouest et 3 prélèvements et analyses des sols du crassier Est répartis sur la hauteur du crassier (au moyen de deux sondages profonds réalisés sur chaque secteur de la parcelle B).

Les analyses ont porté sur un screening large de 45 ETMM au niveau des sources et les 8ML ont été par ailleurs cherchés d'une manière systématique sur les échantillons de sols prélevés hors site (traceurs principaux retenus pour les retombées atmosphériques des cheminées et la voie d'envol de poussières).

Des analyses isotopiques du plomb ont été réalisées sur 40 échantillons (15 échantillons de caractérisation de la « source » et 25 échantillons de caractérisation des sols superficiels hors site) et des analyses type paragénèse (screening de 45 métaux et métalloïdes) ont été réalisées sur 88 échantillons (15 échantillons de caractérisation de la « source », 1 échantillons de mortier de la cheminée de l'Escalette et 72 échantillons de caractérisation des sols superficiels hors site).

La recherche des composés HCT, HAP, BTEX, cyanures, PCB (pouvant être entrainés par migration des sols vers les eaux souterraines puis la mer) a également été réalisée pour le milieu marin.

15 tests de bioaccessibilité de l'arsenic, du cadmium et du plomb ont également été réalisés afin d'apprécier les risques sanitaires de manière plus réaliste et propres au site étudié.

- Résultats d'analyse des sols

Les résultats d'analyse pour les sources ont permis de distinguer en première approche 5 signatures différentes : la cheminée verticale, la cheminée rampante, les remblais du crassier Est (type démolition) et deux types de remblais différents pour le crassier Ouest (type démolition en surface et déchet industriel en profondeur).

En cohérence avec le processus de l'activité du site, les teneurs les plus fortes sont observées au niveau des encroutements de la cheminée rampante (accumulation sur le long terme des fumées issus des différents fours) et des déchets métalliques au sein du crassier Ouest (concentration au sein des résidus).

Ces deux types de matériaux sont caractérisés par leurs fortes concentrations en :
- Plomb, arsenic, mercure et cadmium pour les encroutements,
- Plomb, arsenic, zinc, cadmium et dans une moindre mesure cuivre et nickel dans les remblais industriels métalliques.

Les concentrations en chrome n'apparaissent pas significativement élevées ; ce composé n'est donc pas un traceur de la pollution du site.

Au travers de l'analyse de prélèvements d'encroutement dans les cheminées, l'analyse isotopique et la paragénèse confirment une signature propre aux émissions de fumées issues du site de la Madrague distincte de celles en provenance de l'ESCALETTE permettant d'envisager de tracer les origines des retombées des poussières hors site.

Elle identifie également une signature pour les remblais de démolition récents déposés en surface du crassier Est. Le crassier Ouest est constitué d'un empilement de résidus témoignant des différentes activités du site avec de la base vers le sommet : des remblais de type industriel (associé au procédé d'affinage de métaux) puis de nature chimique (associé à l'activité d'acide tartrique) et enfin de déchets de démolition issus de l'usine.

Les paragénèses métaux ont été traitées au moyen d'une analyse statistique qui a abouti à la définition d'une partition structurée spatialement selon 4 groupes :
- Le Groupe 1 majoritairement marqué par la signature de la source ESC très marquée en As, Pb, Cd, Sb et Tl au niveau des prélèvements Zs10, 11 et 12. Il comprend uniquement des riverains du Secteur S5 (Z21 et Z45), secteur caractérisé par des sols de surface présentant systématiquement des indices de remblais marqués avec débris de démolition mélangés dans les sols.
- Le Groupe 4 majoritairement marqué par la signature de la source du Site de la Madrague et sols naturels non remaniés alentours et en mélange vers l'Ouest avec la zone source ESC. Il comprend uniquement des riverains du Secteur S6 (Z3, Z29 et Z34) ; seul Z3 présente des indices organolepiques (démolition) évident au niveau des sols sur ces parcelles localisées dans le secteur Sud de la zone urbaine (en direction de la cheminée du Site de la Madrague, à 300 m de cette dernière).
- Le Groupe 3 est représenté à 35% par des parcelles de riverains (secteurs S1, S4, S6 et S8), 35% par des échantillons de bruit de fond, 2 échantillons les plus à l'Ouest de la zone de chasse (plus proche du Mont Rose et de l'ESC), ainsi que Zsc6 (réalisé à plus de 500 m de la cheminée et à 100 m à l'Ouest de la cheminée rampante). La signature du groupe correspond à des anomalies de signature remblais et signature mixte industrielle (traceurs V, ainsi que Co et Ni, pouvant être associés aux activités historiques de verrerie, …).
- Le Groupe 2, caractérisé à 100% par des riverains, il reflète une signature de remblais hétérogènes (61% des sols de surface de riverains) et un bruit de fond industriel (signature de mélange d'activités anthropiques historiques locales).

La justesse et la robustesse du partitionnement proposé a été étudiée par le BRGM qui a procédé à des analyses complémentaires. Sur cette base, une zone d'influence du Site de la Madrague, en lien avec les premières activités de fonderie (Hilarion Roux), a été dimensionnée en tenant compte des points de la catégorie 4 (concordant selon toutes les méthodes statistiques testées), de la rose des vents dominants et sans tenir compte de la topographie.

Notons qu'une analyse statistique complémentaire menée par le BRGM sur les données de sol a permis de mettre en évidence une influence par dépôt atmosphérique suffisante pour imposer une signature géochimique spécifique au niveau de sols présentant des indices de remblais. Ce constat a été fait sur deux échantillons appartenant au groupe statistique 2 mais dont la signature en 12 ETMM est cohérente avec la signature du Site de la Madrague. Ce constat met en évidence que des parcelles présentant des remblais doivent, par mesure de précaution, être intégrées à la zone d'influence du site. En revanche et en toute rigueur, le fait que les dépôts atmosphériques imposent une signature géochimique spécifique suffisante doit être vérifié au cas par cas au droit des parcelles présentant des indices de remblais dans les sols.

Cette zone correspond essentiellement pour les usages résidentiels au Sud des secteurs 6 et 9 : selon un rayon de 450 m en direction du Nord depuis la cheminée haute et prolongé dans le sens des vents dominants vers l'Est, jusqu'au parc Pastré.

L'analyse statistique présente des variations liées aux paragénèses qui peuvent évoluer dans le temps pour chaque source (dont certaines non connues comme l'ancienne verrerie). Dès lors, cette technique ne permet pas d'identifier à elle seule la paragénèse crustale, ni la paragénèse atmosphérique, ni les mélanges liés aux pratiques propres à chaque riverain sur son terrain (utilisation d'engrais, de pesticides, …), aux apports environnementaux (venus de l'atmosphère, venus des embruns qui apportent une paragénèse particulière).
De plus, les paragénèses sont influencées par les transformations minéralogiques (éléments fixés ou libérés selon les sols et conditions locales). Ce sont ces différences qui ont conduit à l'utilisation complémentaire de l'outil isotopique pour tracer et délimiter des sources précises, outil adapté dans le système complexe à l'étude (durée de plus d'un siècle d'exploitation industrielles multiples et de dépôts auxquels s'adjoignent des remblais extérieurs d'origine et de qualité variée).

La distribution des empreintes isotopiques déterminées selon la méthodologie proposée par le CNRS montre une large disparité, qui s'explique en partie par la localisation géographique des prélèvements par rapport aux 2 sources que représentent les sites de la Madrague et l'Escalette, ainsi que par la nature des sols (terrain naturel dans les Calanques et sols remaniés et remblais chez les riverains) :

- En effet, les signatures isotopiques plus marquées à proximité des cheminées indiquent dans ces secteurs une origine du plomb liée aux envols à partir des cheminées (lorsqu'elles étaient en fonctionnement) :
  - La contribution majoritaire ESC s'exprime au niveau des sols de surface proches sur le secteur 5 et la zone Ouest du secteur de Chasse.
  - La contribution majoritairement du Site de la Madrague est enregistrée dans les sols de surface au Sud du Secteur 6.
- En revanche, sur les autres secteurs et notamment le secteur 3 sur les zones Z8 et Z2, les contributions majoritaires sont hétérogènes, en lien avec la nature de remblais des sols rapportés et remaniés.

Ainsi, la cohérence géographique apparait limitée par l'hétérogénéité des sols à l'échelle des parcelles de riverains qui en outre sont de nature variée (remblais) et remaniée.

Les experts des deux organismes BRGM et le CNRS ne sont pas parvenu à un consensus dans l'interprétation des données isotopiques présentées en paragraphes 10.9.1 et 10.9.2.. L'outil isotopique relevant de la recherche fondamentale, les deux approches ont été présentées et intégrées dans la présente Interprétation de l'Etat des Milieux.

Ainsi, il apparait que les secteurs présentant une influence marquée en provenance du Site de la Madrague (sans contribution Escalette), et hors présence de remblais qui auraient été mis en place par des tiers (non maitrisable et hors responsabilité SFPT), sont localisés dans le périmètre rapproché autour de la cheminée verticale haute (secteurs des calanques, zones « chasse » et transects pour partie).

Les analyses réalisées montrent que l'activité Hilarion Roux a influencé la qualité des sols environnants par des retombées atmosphériques durant sa période d'exploitation sur un périmètre restreint au Nord de la cheminée (sur une emprise Sud des secteurs 6 et dans une moindre mesure 9). De la même manière, l'Escalette a eu une influence prépondérante sur le secteur 5.

Ce constat apparait nettement sur la base de l'analyse statistiques des 19ETM et confirmé par l'outil isotopique sur le secteur 5 et également le secteur 6 selon le CNRS. La zone retenue sur cette base correspondrait à la pointe Sud du secteur 6 : selon un rayon de 300 m depuis la cheminée haute en direction du Nord et prolongé dans le sens des vents dominants vers l'Est.

Toutefois, en l'absence de consensus sur l'isotopie entre les experts, hors secteur 5, la zone d'influence tient compte des 2 approches statistiques et isotopiques (définie selon un rayon compris de 300 m à 450 m en direction du Nord depuis la cheminée haute et prolongé dans le sens des vents dominants vers l'Est, vers le parc Pastré). Cette zone d'influence est présentée en figure page suivante.

Des remblais d'origine diverse ont également été mis en place au droit des parcelles privatives, des jardins et des espaces verts et sur le domaine public, pouvant contenir notamment des débris de démolition, des mâchefers, cendres, charbon ou des résidus d'usine. Notons que l'analyse statistique n'a pas permis de discriminer la majeure

partie des riverains. Les Groupes de riverains (3 et 2) représentent des ensembles intégrateurs de signatures proches, assimilées à une signature de remblais et de bruit de fond industriel mixte.

Enfin, les résultats ne montrent pas d'impact mesurable par retombée atmosphérique en provenance du crassier.

Les secteurs hors site S1, S2, S3, S4, S5, S7 et S8 sont, soit hors zones d'influence du Site de la Madrague par retombées de fumées, soit dans des zones influencées significativement par l'Escalette. De plus, ces secteurs sont caractérisés par la présence quasi généralisée de remblais dans les sols de surface de qualité et d'origine non connue qui ont été mis en place par des tiers.



Figure 87 - Cartographie de la zone d'influence du site de la Madrague

Remarque : les sols de surface des secteurs S1 et S3 ne témoignent d'aucun impact en cyanures.

- Résultats d'analyse sur le milieu marin

Les analyses réalisées semblent mettre en évidence :

- un léger impact du Site de la Madrague sur la qualité de l'eau de mer pour le plomb, qui s'atténue du bord vers le large. Cet impact est très vraisemblablement lié à un transfert depuis le crassier présent en bord de mer (érosion du crassier par les vagues), la station du Site de la Madrague se situant en face du crassier. En revanche toute notion d'impact à la qualité de l'eau de mer est à relativiser au regard des teneurs en plomb qui restent faibles
- l'absence d'impact des sédiments au niveau de la station du Site de la Madrague à l'exception des PCB 153 d'origine non identifiée, pour les autres stations l'absence d'impact à l'exception de la station de l'Escalette (arsenic, cadmium, plomb et zinc),
- l'absence d'impact sur les oursins prélevés au niveau de la station du Site de la Madrague présentant des teneurs en ETM comparables, voire inférieures à celles mesurées au niveau des autres stations.

Ainsi l'impact du Site de la Madrague sur le milieu marin reste modéré à faible (notamment plus faible que les autres stations du littoral étudiées), confirmant la faible mobilité des métaux au droit du crassier mis en évidence par les tests de lixiviation des études antérieures.

- Résultats d'analyse sur le milieu air

Air PACA a réalisé des mesures pendant une durée de 3 mois**,** concernent les particules inhalables (PM10), les particules sédimentables et la contamination de ces particules par les métaux (dont antimoine, arsenic, cadmium, nickel et plomb) dans la zone d'impact potentiel du crassier par vents de secteur Nord-Ouest.

Le taux de PM10 mesuré sur la période ne montre pas de dépassement des valeurs de référence. De plus aucun dépassement des valeurs cibles existantes n'a été mis en évidence pour les métaux recherchés.

Concernant les particules sédimentables, les résultats montrent un envol de poussières plus important aux abords du crassier par rapport au site témoin, à partir du crassier superficiel ou frontal (falaise), avec des teneurs en ETM

(Plomb, cuivre, chrome et arsenic notamment) mesurées dans ces particules à des niveaux supérieurs à proximité du crassier par rapport au site témoin.

Cependant l'impact du crassier sur le flux de poussière apparait limité dans l'espace (périmètre inférieure à 150 m) et sans impact au niveau du gymnase. Les calculs d'inventaire réalisés à partir de la qualité des sols de surface mise en évidence dans le cadre de l'IEM hors site et la comparaison au calcul de flux de particules en µg/cm² basé sur les prélèvements AIR PACA mettent clairement en évidence que la contribution atmosphérique, même en considérant une faible hauteur de sol, reste négligeable pour la qualité des sols de surface environnants.

L'étude Air PACA ne met en évidence aucun dépassement des valeurs de référence relatives à la qualité de l'air dans le secteur du Site de la Madrague, sur la période référencée et dans les contraintes de vent du moment.

Les résultats montrent un envol de poussières plus important aux abords du crassier par rapport au site témoin, avec des flux d'ETM plus importants autour du crassier pour notamment le plomb, le cuivre, le zinc (sur 1 des 2 périodes de mesure uniquement), le chrome ou l'arsenic, dans un périmètre inférieur à 150m autour du site et principalement mesuré vers le sud-est (effet Mistral).
La contribution atmosphérique actuelle, selon les flux de poussières mesurés dans le cadre des investigations AirPACA, apparait négligeable pour la qualité des sols de surface environnants.

18.4 Évaluation des risques sanitaires

L'évaluation sanitaire selon l'approche IEM a été réalisée sur les risques liés à l'exposition par ingestion (accidentelle) de sols impactés. En première approche, l'IEM a été réalisée en considérant l'usage résidentiel car c'est l'usage majoritaire, qui concerne la majorité des cibles, et l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits n'a pas été intégrée au calcul de risques (voie d'exposition minoritaire par rapport à l'ingestion de sols).

Les concentrations retenues correspondent aux teneurs maximales mesurées sur les sols hors site pour l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc et tiennent compte des résultats de bioaccessibilité.

Les résultats indiquent que :

Les teneurs maximales en cadmium, cuivre et zinc mesurées dans les sols superficiels prélevés au droit des parcelles retenues dans le cadre de l'étude de risques sanitaires apparaissent compatibles avec leurs usages constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé (traceurs majoritairement en lien avec l'activité de production d'acide sulfurique)

Les teneurs maximales mesurées en arsenic et en plomb ne sont pas compatibles avec leurs usages constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé (traceurs de l'activité de la Société Métallurgique de Marseille).

Pour les composés As et Pb, un calcul de risques a donc été réalisé en se basant sur des teneurs égales aux seuils de référence retenus. Les résultats obtenus en se basant sur des teneurs égales aux seuils de référence retenus indiquent que pour l'exposition des riverains vivant dans le périmètre du Site de la Madrague par ingestion (accidentelle) de sol contaminé, pour chaque substance, le QD est inférieur à 0,2 et l'ERI est inférieur à 10^{-6}, à l'exception :

- Du QD lié au plomb pour les enfants,
- De l'ERI lié à l'arsenic les 3 types de cibles (enfants, adolescents et adultes).

Ces résultats se trouvent dans la zone d'incertitude définie par les intervalles de gestion de l'outil IEM, ce qui nécessite de réaliser une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) en additionnant les risques liés aux différentes substances (sans tenir compte du type d'effet ni de l'organe cible dans une 1ère approche majorante).

Le QD cumulé est inférieur à 1 (QD compris entre 0,10 et 0,80 selon les cibles), ce qui amène à conclure à l'absence de risque pour les effets à seuil. On note cependant que le QD cumulé pour les enfants est proche du seuil d'acceptabilité (0,8 pour un seuil de 1).

De plus, l'ERI cumulé n'est que très légèrement inférieur à 10^{-5} (ERI = $9{,}93.10^{-6}$).

Ces résultats ne permettent pas de conclure de manière ferme à l'acceptabilité des risques. Les calculs réalisés dans le cadre de l'étude des incertitudes (cf paragraphe suivant) montrent en effet que les seuils d'acceptabilité peuvent être dépassés en utilisant des paramètres de calcul plus pénalisants que ceux retenus en 1ère approche.

Ainsi, les calculs de risque réalisés indiquent que des teneurs en arsenic et plomb supérieures aux seuils de référence retenus n'apparaissent pas compatibles avec les usages constatés pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

Afin d'être exhaustif, les risques liés à l'exposition par ingestion de sols impactés dans les calanques (secteurs « TM » (pied de la cheminée verticale), « chasse », et « transect ») ont été étudiés. Les concentrations retenues correspondent au 90ème percentile des teneurs mesurées dans ces secteurs pour l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc et tiennent compte des résultats de bioaccessibilité.

Pour ce calcul, il a été considéré une exposition de 30 jours par an (1 jour chaque week-end durant les mois de mars à septembre - période printanière et estivale).

Les résultats montrent que pour une exposition supposée de 30 jours par an la qualité des sols superficiels prélevés dans le parc des calanques apparaît non compatible avec un usage de promenade pour l'exposition par ingestion de sol contaminé.

Dans le secteur des Calanques, dans le périmètre de 300 m autour de la cheminée verticale haute, les risques sont acceptables pour un usage de promenade pour l'exposition par ingestion de sol contaminé pour les enfants, adolescents et les adultes, en tenant compte d'une fréquentation inférieure ou égale à 16 jours par an. Cette fréquentation est ramenée à 11 jours en tenant compte, dans une démarche très majorante, des teneurs égales au percentile 90 des teneurs mesurées dans les sols de surface.

D'autre part, les risques liés à l'exposition par ingestion de sols impactés ont également été étudiés dans le secteur Est en direction de Pastré, compris dans l'emprise définie d'influence du site de la Madrague sur son environnement, et ayant donc fait l'objet d'investigations complémentaires fin 2019.

Pour ce secteur, il a été considéré deux grands types de zones au regard de la variabilité en termes de paysage, de topographie et donc d'usage :

- Les zones d'usage « Randonnée GR » où les usagers sont plutôt des adolescents et adultes qui pratiquent de la randonnée sportive. Une promenade de jeunes enfants dans ce secteur apparait peu probable (sauf très jeunes enfants portés par des adultes, et dans ce cas l'ingestion de sol est extrêmement peu probable),
- Les zones d'usage « Plaisance » correspondant à des activités de balades et de plein air (jeux, pique-nique, repos etc) où les jeunes enfants ont accès et peuvent passer du temps (familles, assistantes maternelles, écoles etc).

Pour les zones d'usage « plaisance », les teneurs moyennes mesurées sont inférieures aux seuils de référence. Il est donc considéré qu'aucun risque sanitaire n'est à prendre en compte pour les usagers dans la zone de balade et d'activité de plein air du secteur Est en direction de **Pastré. Un calcul de risque réalisé dans une démarche très majorante en se basant sur les percentiles 90 montre que pour une exposition supposée de 115 jours par an, la qualité des sols superficiels prélevés est compatible avec un usage de promenade pour l'exposition par ingestion de sol contaminé**

En ce qui concerne la zone d'usage « randonnée GR », les résultats montrent que pour une exposition supposée de 30 jours par an, la qualité des sols superficiels prélevés dans le secteur Est en direction de Pastré est compatible avec un usage de randonnée pour l'exposition par ingestion de sol contaminé, en considérant les teneurs moyennes ou, dans une démarche très majorante, les percentiles 90.

Dans le secteur Est en direction de Pastré, la qualité des sols superficiels prélevés est compatible avec un usage de promenade ou de randonnée pour l'exposition par ingestion de sols contaminés.

18.5 Conclusions de l'IEM

L'étude historique du site et de son environnement, le schéma conceptuel d'exposition qui en a découlé, ainsi que l'ensemble des investigations sur le milieu « SOL », les analyses de laboratoire EUROFINS (pour permettre une analyse des risques sanitaire rigoureuse), les analyses CNRS pour la recherche de 44 ETM et l'analyse statistique qui a été développée pour le traitement des données par un chercheur de l'université, les analyses d'isotopie du Pb et l'interprétation en terme de contribution de source, qui en a été faite par un chercheur du CNRS, ont permis de mettre en évidence que :

- L'influence historique de l'usine du Site de la Madrague sur la qualité des sols par retombées de poussières est traçable uniquement pour l'activité du traitement du plomb argentifère de la Compagnie Métallurgique de Marseille Hilarion Roux (fin XIXème) dans un périmètre rapproché autour de la cheminée verticale haute (dans le parc des Calanques). Ce périmètre déborde sur un secteur de riverains (secteur le plus proche de la cheminée haute référencé secteur « 6 »),
- L'influence historique du site de l'Escalette sur la qualité des sols par retombées de poussières est prépondérante particulièrement dans le secteur 5 (secteur Mont Rose sur le versant coté Escalette)
- Au droit des autres secteurs hors site, des impacts d'autres activités industrielles et notamment en provenance de l'Escalette ont été identifiés. En effet, les différentes techniques utilisées ont permis de montrer que les impacts dans des sols naturels résultent de contributions croisées de l'ensemble des activités industrielles du secteur, sans permettre d'en déterminer les origines compte tenu de la multiplicité des sources potentielles
- Des remblais de toute nature ont été identifiés en terrain de couverture ou en mélange avec des sols naturels (impact de remblais sur 60% des échantillons analysés). Ces remblais d'origine diverse ont été utilisés comme des couches de remblaiement ou de stabilité, des couches de fondations et d'assises de routes, de chemins, de maisons privatives, …. Ils ont été transportés, réutilisés et recyclés par de nombreux tiers privés ou publics. De ce fait, ils sont non maitrisables et non traçables.
- Sur le milieu marin, l'impact du Site de la Madrague reste faible, avec des teneurs en métaux lourds dans les oursins comparables, voire inférieures à celles mesurées au niveau des 5 autres stations du littoral (particulièrement la station Escalette et la station des Goudes), en cohérence avec le faible impact du Site de la Madrague observé pour l'eau de mer et les sédiments

  L'envol de poussières du crassier a été constaté. L'impact mesurable est limité à un périmètre inférieur à 150m. Les teneurs mesurées en métaux restent toutes et systématiquement inférieures aux seuils réglementaires. L'impact de la contribution du crassier par l'envol de poussières (mesurés dans le cadre des investigations AirPACA) calculé sur toute la période d'exploitation apparait négligeable pour la qualité des sols de surface environnants

- L'Analyse des risques sanitaires met en évidence que :
  - Pour l'usage résidentiel :
    - Parmi les 75 parcelles investiguées, 27 parcelles présentent un risque potentiel d'exposition par ingestion de sols et de poussières
    - 16 parcelles (hors propriété SFTP) nécessitent la réalisation d'un Plan de Gestion ce qui correspond à moins de 22% des secteurs investigués.
    - Parmi ces 43 parcelles, la majeure partie correspond à des impacts remblais (non maitrisable et non traçable), certaines parcelles du secteur Sud-Ouest correspondent à un impact par retombées de poussières en provenance de l'Escalette et certaines parcelles au Sud-Est à un impact par retombées de poussières en provenance du Site de la Madrague.
  - Pour l'usage promenade ou de randonnée dans le Parc des Calanques :
    - Pour le parc des calanques à l'Ouest du site (soit à proximité directe des cheminées historiques et donc des retombées en lien avec les activités de fonderie Hilarion Roux et Escalette) : les risques sont acceptables en tenant compte d'une fréquentation inférieure ou égale à 16 jours par an (ramenée dans une démarche très majorante à 11 jours en tenant compte des teneurs égales au percentile 90).
    - Pour le secteur dit « Est en direction de Pastré » : la qualité des sols superficiels prélevés est compatible avec son usage de promenade et de randonnée pour l'exposition par ingestion de sols contaminés.

Enfin, au regard de la complexité du contexte historique du secteur et des sources multiples de pollution (sur les mêmes traceurs que les traceurs caractéristiques des activités du Site de la Madrague), en toute rigueur scientifique, nous préconisons de ne retenir que les contributions (isotopiques et statistiques), cohérentes géographiquement et qui peuvent être attribuées en paternité de manière certaine et exclusive soit à la source du Site de la Madrague, soit à la source Escalette.

En effet toutes les contributions intermédiaires mixtes, au-delà même de la notion de remblais dans les sols, sont susceptibles d'être, dans l'état actuel des études et des connaissances liées à une autre source (non connue géochimiquement) qui pourrait être très majoritairement contributive.

Dans ce contexte, il n'est pas possible, en toute rigueur scientifique, d'établir une clé de répartition de responsabilité en paternité pour toutes les contributions mixtes dans la zone d'étude et de surcroit, dans le contexte de sols largement remaniés et remblayés sur les zones riveraines du périmètre d'étude.

18.6 Préconisations

18.6.1 Investigations complémentaires

Une seconde campagne de prélèvement de poussières au moyen de jauges OWEN est en cours de programmation par ATMOSUD à l'initiative du Maitre d'Ouvrage, par soucis de complétude. Cette campagne élargie a pour vocation de confirmer l'absence d'impact ainsi que de disposer d'un état initial avant travaux.

18.6.2 Mesures de gestion à mettre en œuvre

18.6.2.1 Parcelles à usage d'habitation Hors site

Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites pollués, un ou plusieurs plan(s) de gestion et des mesures de gestion simples doi(ven)t être établi(s) pour définir les modalités de gestion des impacts identifiés.

Sur la base de l'étude historique du site et de son environnement, du schéma conceptuel d'exposition qui en a découlé, ainsi que de l'ensemble des investigations sur le milieu « SOL », des analyses de laboratoire EUROFINS, CNRS et des interprétations qui en ont été faites, un Plan de Gestion spécifique devra être établi sur le secteur de riverains identifié comme impacté par les activités historiques du Site de la Madrague, à savoir le périmètre Sud des secteurs S6 et S9, selon la zone d'influence riverains présentée en figure 86.

En effet, pour ces parcelles concernées par un impact en Plomb et en arsenic dans les sols attribuable au Site de la Madrague, les mesures simples de gestion qui auront été identifiées comme nécessaires devront être mises en œuvre par l'ayant droit de la Compagnie Métallurgique de Marseille.

Les parcelles présentant des remblais sont, par mesure de précaution intégrées à la zone d'influence du site. Mais en toute rigueur, le fait que les dépôts atmosphériques imposent une signature géochimique spécifique doit être vérifié au cas par cas au droit des parcelles présentant des indices de remblais dans les sols (les remblais constituant des matériaux mis en place par des tiers (non maitrisable et non traçable)).

Les végétaux cultivés au voisinage du site n'ont pas fait l'objet d'investigations dans le cadre de l'IEM, en effet :

- Selon la démarche proportionnée de l'IEM, seule l'exposition par ingestion (accidentelle) de sols impactés a été prise en compte car c'est la voie d'exposition principale. Elle concerne en effet l'ensemble des parcelles investiguées, alors que l'exposition par ingestion d'aliments autoproduits ne concerne qu'une faible proportion de la population.
- L'exposition par ingestion d'aliments autoproduits n'avait pas non plus été prise en compte dans l'étude réalisée par l'InVS en 2004. Le rapport indique que « les habitations situées sur le site de l'Escalette sont situées sur de petites propriétés. Si des jardins potagers existent, ils doivent peu participer, compte tenu de leur petite taille, à l'apport alimentaire moyen. »
- Ce constat peut être appliquée aux parcelles localisées dans les secteurs 6 et 9 dans la zone d'influence potentielle ; la taille moyenne des potagers sur les 30 parcelles où ces espaces ont pu être identifiés est de 30 m² au sein d'espaces verts d'une moyenne n'excédant pas les 200 m² sur la zone.

Toutefois dès lors que les sols présentent des teneurs en As et Pb supérieures aux valeurs de bruit de fond retenues, il est nécessaire de mettre en œuvre des mesures de gestion. Dans ce contexte, un risque sanitaire potentiel en lien avec l'autoproduction en pleine terre dans les jardins de particulier devra être pris en compte dans le cadre du Plan de Gestion, dès lors que des anomalies en arsenic ou en plomb sont enregistrés dans les sols des dits jardins (vis-à-vis des valeurs de bruit de fond retenues dans l'IEM). Ainsi, les mesures de gestion prendront en compte le risque potentiel d'exposition par ingestion de végétaux et la nécessité de réaliser les études et investigations pour évaluer ce risque d'exposition par ingestion de végétaux sera en revanche discuté dans le cadre du Plan de Gestion, en fonction des conséquences que la prise en compte de ce risque d'exposition aura sur les mesures de gestion à mettre en œuvre et sur leur coût.

Selon le même principe, les autres parcelles hors site, qui présentent des anomalies en plomb et/ou en arsenic, relatives à une signature industrielle autre (Escalette, bruit de fond industriel mixte, …) et/ou sols en nature de remblais, il est de la même manière préconisé la mise en œuvre d'un Plan de Gestion dédié.

En synthèse tout le secteur est impacté par les anciennes activités industrielles. La gestion de cette problématique doit s'intégrer dans un schéma global de réhabilitation à l'échelle de toute une zone géographique et dans le cadre d'une stratégie globale.
Cette action doit passer par la réalisation d'un plan de gestion global et la mise en œuvre des mesures de gestion dédiées. Dans ce contexte conformément à la méthodologie d'Avril 2017, « la question des risques sanitaires des populations dans les territoires concernés par des anomalies géochimiques relève des seules prérogatives des instances sanitaires et des outils d'évaluation de santé publique telles que les études épidémiologiques, pour certaines basées sur des études d'imprégnation ».

Il s'agit de mesures simples et de bon sens consistant par exemple au recouvrement des sols de surface par de la terre d'apport saine pour supprimer la voie d'exposition par contact direct. Dans le cas où des parcelles concernées présenteraient un usage potager, des mesures simples de type substitution de terre, pour rétablissement de la compatibilité, pourront être envisagées au cas par cas.

Enfin, à ce stade de l'étude et au regard du constat de présence très fréquente pour ne pas dire généralisée de remblais comme sol ou substratum des parcelles privées environnantes, ainsi que des dépôts de scories et autres déchets de fonderie sur le littoral, la réalisation d'une campagne de dépistage du saturnisme chez l'enfant est fortement recommandée par mesure conservatoire, sur l'ensemble du quartier à l'étude ainsi que dans les secteurs d'impact du périmètre Escalette.

18.6.2.2 Secteur centré sur la cheminée verticale haute et bande de 100 m de part et d'autre de la cheminée rampante

Compte tenu de la qualité des sols de surface qui apparait dégradée dans les Calanques à l'échelle du Parc, la problématique soulevée dans le périmètre restreint autour de la cheminée verticale haute du Site de la Madrague, s'inscrit dans une problématique régionale plus généralisée.

Dans ce contexte, sans préjuger des conclusions du Plan de Gestion spécifique à la zone d'influence du Site de la Madrague, nous préconisons la mise en œuvre de mesures de gestion simples pour la mise en sécurité du périmètre, vis-à-vis du risque d'exposition aux sols de surface pour un usage promenade, mais également vis-à-vis du risque incendie. Il est ainsi préconisé :

- La mise en place d'un poste de secours pompier avancé sur le secteur pour le risque incendie (à intégrer dans le projet d'aménagement en cours d'élaboration)
- La matérialisation, signalisation et sanctuarisation d'une zone d'exclusion aux randonneurs de 300 m autour de la cheminée verticale haute et d'une bande de 100 m de part et d'autre de la cheminée rampante. Ce périmètre intègre pour information, au Nord les parcelles privées Margnat, au sud une zone escarpée et de topographie très marquée et seulement à l'Est et à l'Ouest des cheminements piétons. Par ailleurs, par mesure de précaution, une interdiction des activités de cueillette sur le périmètre ainsi que de chasse doit être également matérialisée et signalée.

Nota : Ces mesures d'interdiction (cueillette et chasse) doivent par mesure de précaution être étudiées sur l'ensemble du périmètre des Calanques au regard de la qualité dégradées des sols dans le périmètre de l'Escalette.

D'autre part, il apparait pertinent de se rapprocher des études en cours sur le projet *ECCOREV (Etude interdisciplinaire préliminaire pour l'évaluation des risques croisés sur un territoire contaminé en métaux et métalloïdes du Parc national des Calanques).* Ce projet doit se focaliser dans un 1er temps sur le site de l'Escalette, et vise notamment à approfondir la compréhension de sa vulnérabilité dans le cadre des changements climatiques. Il s'agit de mettre en œuvre une démarche multifactorielle qui permettrait de définir et proposer des modalités de gestion durable des sols contaminés par la pollution diffuse, tout en favorisant la biodiversité locale spontanée.

Concernant le secteur du Parc des Calanques à l'Est de la zone résidentielle et localisé à proximité du parc Pastré, les teneurs enregistrées sont significativement inférieures aux anomalies enregistrées dans le secteur Ouest du Parc des Calanques (au niveau des cheminées historiques) avec des valeurs moyennes en arsenic et plomb inférieures aux valeurs de bruit de fond retenues. Par ailleurs, l'analyse de risques sécuritaire établie en complément sur la base des 90ème percentile n'a pas mis en évidence de dépassement des seuils du ministère. Dans ce contexte, il n'est pas préconisé de réaliser un Plan de Gestion sur le secteur Est des Calanques en direction de Pastré.



Figure 88 - Cartographie de la zone d'influence du site de la Madrague et du périmètre du Plan de Gestion préconisé

18.6.2.3 Parcelle B

La mise en œuvre d'un plan de gestion sera nécessaire afin d'étudier les mesures de gestion concernant le crassier présent sur la parcelle B. Les études réalisées ont en effet mis en évidence que ce crassier est à l'origine d'un transfert limité de contaminant dans l'environnement, en direction des parcelles voisines lors de certains épisodes de vents importants, et également en direction de la mer suite à l'érosion liée aux vagues dans un rayon de 150m.

Au regard du volume que représente ce crassier et donc des couts associés à sa suppression, d'autant plus élevés du fait des contraintes géotechniques, différentes mesures de gestion doivent être étudiées au travers d'un bilan couts / avantages afin de définir les mesures de gestion les plus appropriées.

18.6.2.4 Site de l'Escalette

Dans le contexte d'étude d'Interprétation de l'État des Milieux et de Plan de Gestion pour la requalification de l'ancien Site de la Madrague, il apparait nécessaire de s'assurer de l'impact actuel du site de l'Escalette sur son environnement. Dans une démarche préventive, il est dans ce cadre recommandé de vérifier que la contribution de l'Escalette est actuellement nulle et le cas échéant de mettre en œuvre des mesures de gestion afin de garantir la maitrise des sources et la suppression des voies de transfert (a minima recouvrement et confinement des secteurs concernés par des envols de poussières).

18.7 Limite de l'étude et préconisations

La non investigation des végétaux cultivés au voisinage du site constitue une limite de l'IEM, dans la mesure où elle ne permet pas de statuer pleinement sur la compatibilité de ce milieu avec l'usage, sur le fait que ces végétaux sont consommables.

Conformément à la méthodologie nationale, la démarche de l'IEM suit un processus progressif et itératif. Dans la mesure où le plan de gestion réalisé parallèlement sur le site LEGRE MANTE conduirait à identifier de nouvelles problématiques (notamment en termes de traceurs de la pollution ou voies de transfert) la présente IEM devra être mise à jour et complétée au regard des nouvelles données.

La présente étude a été réalisée dans la limite des investigations réalisées jusqu'à présent. Les investigations ont en effet porté sur une partie uniquement des parcelles situées dans un rayon de 1km du site de la Madrague, au regard notamment des contraintes d'accès (assujetti au consentement des riverains).

La présente étude n'est valable que pour les aménagements et usages pris en compte. Le schéma conceptuel d'exposition devra être adapté en conséquence afin de réaliser une nouvelle étude de risques, et de mettre en place un plan de gestion en adéquation avec le nouvel aménagement proposé pour le site, si une modification de son usage et/ou de sa configuration (par rapport à l'usage tel qu'il a été pris en compte dans le présent rapport) était envisagée.

L'étude et les conclusions sont élaborées en l'état actuel des données réglementaires et des valeurs de bruit de fond (valeurs de comparaison), scientifiques (valeurs toxicologiques de référence) et techniques (méthodes de prélèvements et d'analyses notamment). Elles reposent donc sur les connaissances disponibles au moment de la rédaction de la présente étude.

Marie-Odile KHIAT - PAUL
Chef de Projet

Sandrine AUGY
Chef de Projet

Marine BONNEAU
Chef de Projet

A N N E X E S

A1. DONNEES GENERALES SUR LE SITE

- A1.1. Localisation du site sur un extrait de la carte IGN au 1/25000ème
- A1.2. Localisation du site sur photographie aérienne récente
- A1.3. Extrait du plan cadastral
- A1.4. Reportage photographique du site
- A1.5. Extrait du plan local d'urbanisme

A2. SYNTHESE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES

- A2.1. Cartographie des usages dans le proche environnement du site
- A2.2. Extrait de la carte remontée de nappe
- A2.3 Plan et règlement du site classé et inscrit des calanques
- A2.4 Synthèse des éléments climatiques
- A2.5 Cartes des SAGE et contrats de rivières
- A2.6 Présentation ADEME pour réunion publique d'information du 13/05/2013 – Etude AVP
- A2.7. Retours d'information sur les usages des eaux

A3. SYNTHESE DES DONNEES HISTORIQUES

- A3.1 Notes présentées au Conseil d'Hygiène par M.M. MANTE LEGRE et Cie
- A3.2 Documents historiques fournis par la Préfecture
- A3.3 Fiches BASIAS et BASOL du site
- A3.4 Fiches BASIAS et BASOL des sites SAMENA et l'ESCALETTE

A4. SYNTHESE DES DIAGNOSTICS ANTERIEURS

- A4.1 Plan synthétique des investigations réalisées pour le milieu sol
- A4.2 Tableaux synthétiques des résultats d'analyses antérieures des sols

A5. DONNEES DE TERRAIN – SOLS – CARACTERISATION DES SOURCES

- A5.1 Coupes schématiques des sondages et prélèvements de sols
- A5.2 Tableaux des résultats d'analyse des sols – screening réalisés par le CEREGE
- A5.3 Résultats des analyses isotopiques - CEREGE

A6. DONNEES DE TERRAIN – SOLS – CARACTERISATION HORS SITE

- A6.1 Compte rendu de terrain
- A6.2 Plan d'implantation des prélèvements réalisés
- A6.3 Tableaux des résultats d'analyse des sols
- A6.4 Elaboration du bruit de fond (Environnement Local Témoin)
- A6.5 Bordereaux d'analyse des sols
- A6.6 Résultats des analyses isotopiques – CEREGE et interprétation des données
- A6.7 Tableaux des résultats d'analyse des sols – screening réalisés par le CEREGE
- A6.8 Tableaux des résultats d'analyse des sols – Bioaccessibilité
- A6.9 Annexe technique sur la méthodologie mise en œuvre pour le traitement statistique des données
- A6.10 Travail de traitement statistique des données sur le jeu de données des 44 ETM
- A6.11 Travail de traitement statistique des données sur le jeu de données des 8 ETM
- A6.12 Investigations complémentaires sur le secteur Est en direction de Pastré (plan d'implantation et bordereau d'analyse)

A7. DONNEES DE TERRAIN – EAUX SUPERFICIELLES ET SEDIMENTS SUR SITE

- A7.1 Schéma d'implantation des prélèvements réalisés
- A7.2 Fiches de prélèvements des eaux superficielles
- A7.3 Fiches de prélèvement des sédiments
- A7.4 Bordereaux d'analyse des eaux superficielles et des sédiments sur site

A8. DONNEES DE TERRAIN – MILIEU MARIN

- A8.1 Compte rendu d'intervention – MORANCY CONSEIL
- A8.2 Tableaux des résultats d'analyse de l'eau de mer, des sédiments et des oursins
- A8.3 Bordereaux d'analyse de l'eau de mer, des sédiments et des oursins

A9. RETOMBEES ATMOSPHERIQUES ACTUELLES

- A9.1 Résultats bruts obtenus par AIR PACA

A10. CALCULS DES RISQUES SANITAIRES

- A10.1 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – teneurs maximales mesurées
- A10.2 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – teneurs égales aux seuils de référence
- A10.3 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – bioaccessibilité maximale
- A10.4 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – durée d'exposition maximale
- A10.5 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans les calanques – teneurs moyennes mesurées
- A10.6 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans les calanques – détermination de la fréquentation maximale admissible avec les teneurs moyennes mesurées
- A10.7 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans les calanques – détermination de la fréquentation maximale admissible avec le percentile 90 des teneurs mesurées
- A10.8 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans le secteur Pastré – zone de randonnées GR – teneurs moyennes mesurées
- A10.9 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans le secteur Pastré – zone de randonnées GR – percentile 90 des teneurs mesurées
- A10.10 Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans le secteur Pastré – zone de promenade – percentile 90 des teneurs mesurées
- A10.11 Synthèse des effets néfastes liés aux substances retenues pour les calculs de risques sanitaires

A11. CONDITIONS GENERALES DE VENTE

A1	**DONNEES GENERALES ET DE TERRAIN**

A1.1	**Localisation du site sur un extrait de carte IGN**



Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.

Plan de localisation du site à l'étude sur fond de plan IGN

Dossier n° : 17LES038Aa
Version : 1.0
Etabli par : MOK

Echelle : Graphique
Date : 11/12/2017

Ginkgo

ABO ERG ENVIRONNEMENT

A1.2	**Localisation du site sur photographie aérienne récente**

N



Parcelle B

Parcelle A

Parcelle C

Aix-en-Provence
Marseille

Échelle 1 : 4 264

0 100 m

Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.

Plan de localisation des parcelles
A, B et C du site sur photo aérienne (2017)

Dossier n° : 17LES038Aa
Version : 1.0
Etabli par : MOK

Echelle : Graphique
Date : 11/12/2017

Ginkgo

ABO ERG ENVIRONNEMENT

A1.3	**Extrait de plan cadastral**

DIRECTION GÉNÉRALE DES FINANCES PUBLIQUES

EXTRAIT DU PLAN CADASTRAL

Département :
BOUCHES DU RHONE

Commune :
MARSEILLE 8EME

Section : O
Feuille : 838 O 01

Échelle d'origine : 1/1000
Échelle d'édition : 1/2500

Date d'édition : 26/04/2018
(fuseau horaire de Paris)

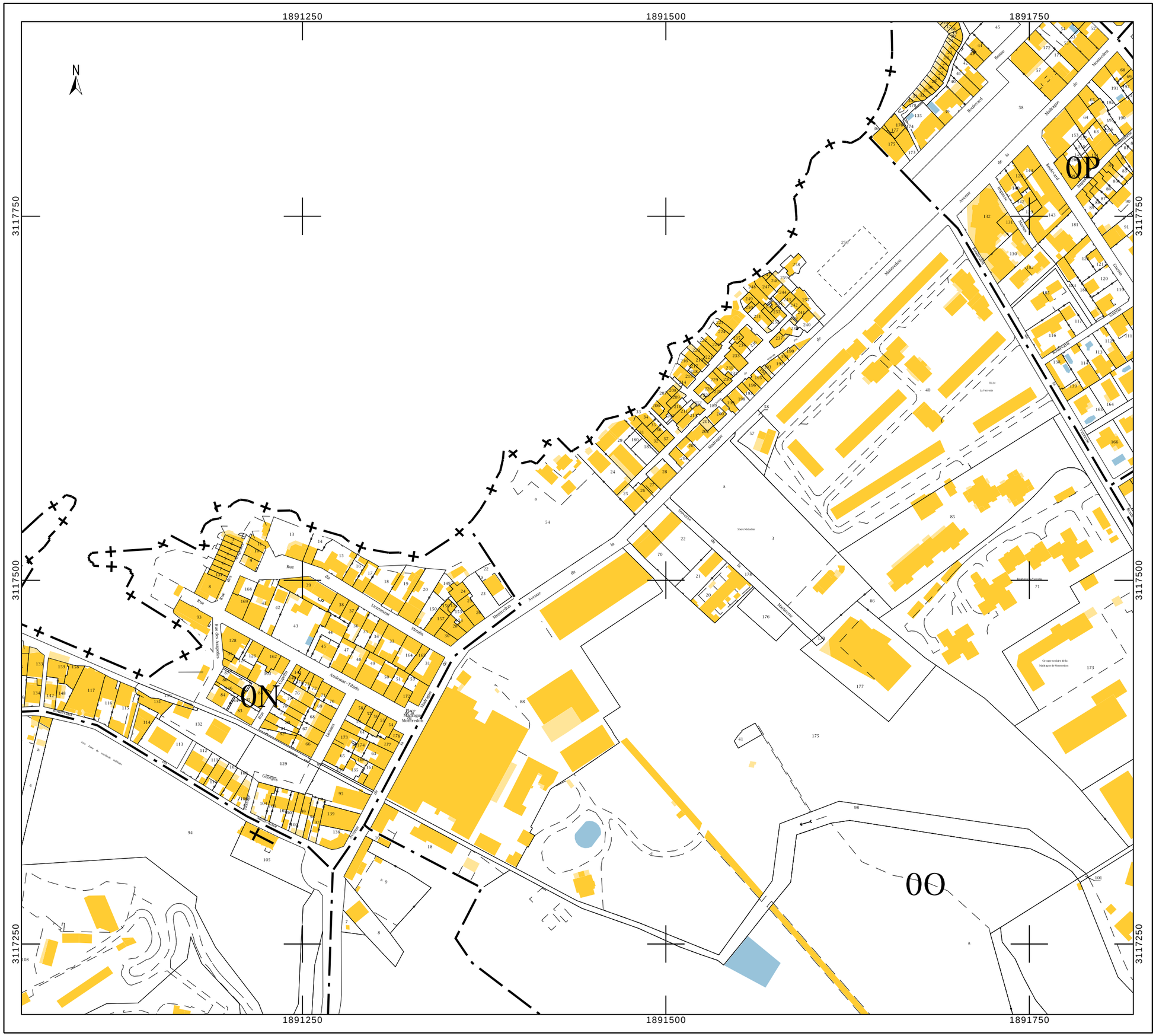
Coordonnées en projection : RGF93CC44

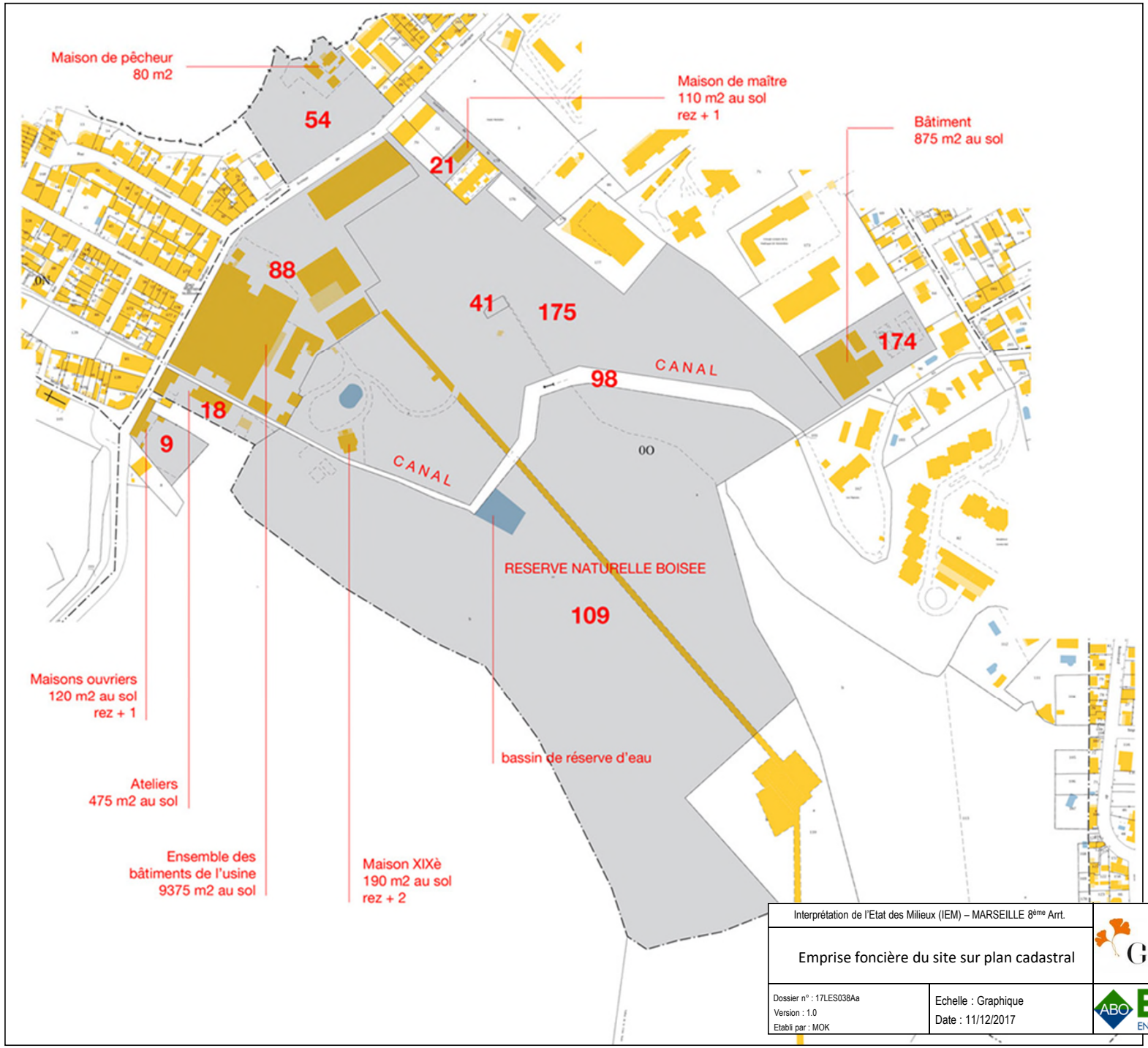
Le plan visualisé sur cet extrait est géré par le centre des impôts foncier suivant :
Marseille-Sud
38 bd Baptiste Bonnet 13285
13285 Marseille Cédex 8
tél. 04 91 23 61 83 -fax 04 91 23 61 87
cdif.marseille-sud@dgfip.finances.gouv.fr

Cet extrait de plan vous est délivré par :

cadastre.gouv.fr

©2017 Ministère de l'Action et des Comptes publics




Maison de pêcheur
80 m2
Maison de maître
110 m2 au sol
rez + 1
Bâtiment
875 m2 au sol
54
21
88
41
175
174
98
CANAL
18
9
CANAL
RESERVE NATURELLE BOISEE
109
Maisons ouvriers
120 m2 au sol
rez + 1
Ateliers
475 m2 au sol
bassin de réserve d'eau
Ensemble des
bâtiments de l'usine
9375 m2 au sol
Maison XIXè
190 m2 au sol
rez + 2
Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.
Emprise foncière du site sur plan cadastral
Dossier n° : 17LES038Aa
Version : 1.0
Etabli par : MOK
Echelle : Graphique
Date : 11/12/2017
Ginkgo
ABO ERG ENVIRONNEMENT

A1.4	**Reportage photographique du site**

ANCIEN SITE LEGRE MANTE

ROUTE DE LA MADRAGUE MONTREDON

MARSEILLE (13008)

INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

Reportage photographique



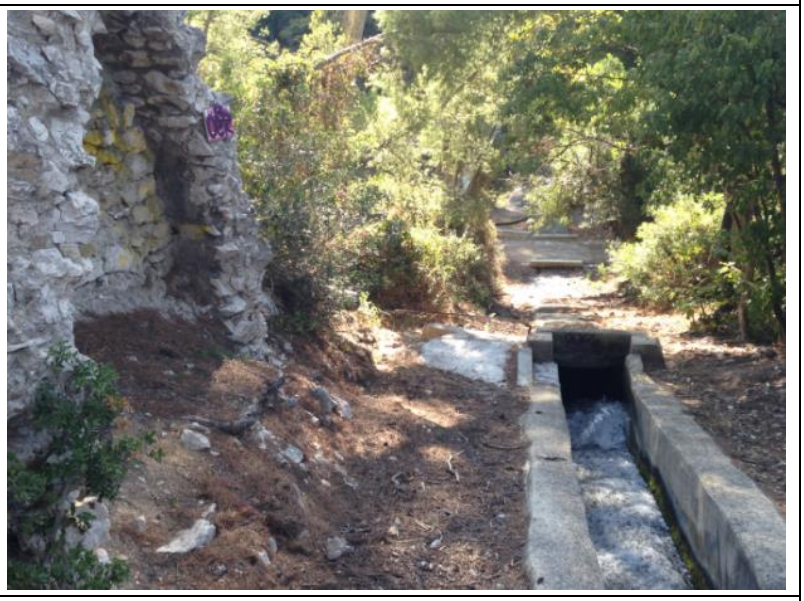
PARCELLE C – PLATEFORME USINE	
Portail d'entrée du site sur l'avenue de la Madrague de Montredon et ancien bâtiment accueil	
Bâtiment1 Hall 1 à 4 Présence de la cheminée verticale sur site entre les Halls 3 et 4	
Entrée de la cheminée verticale sur site	

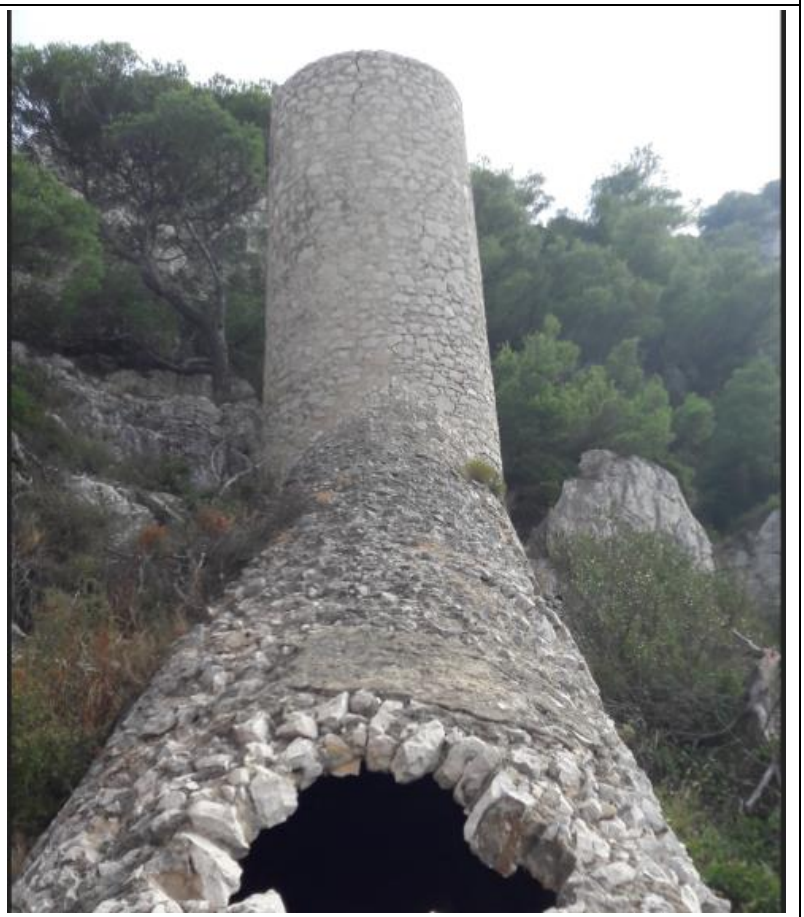
Intérieur du bâtiment 1 Hall 1 avec les anciennes machines-outils et cuves	
Bâtiment 3 à droite et bâtiment 4 à gauche	
Bâtiment 4 récemment incendié, charpente en bois potentiellement instable	
Maison du Chevalier Rose et massif des calanques	

Bâtiment 3	
Bâtiment 2 Halls 1 à 4 de gauche à droite	
Bâtiment 2 Hall 2 présence de cuves	

Station d'épuration et bâtiment 2 Halls 3 et 4 en fond	
Voute présente sous l'avenue de la Madrague de Montredon allant du site vers le crassier	

PARCELLE A – ZONE MASSIF	
Massif des calanques avec le site en contrebas	
Canal de Marseille s'écoulant sur site à l'air libre	
Canal de Marseille s'écoulant sur site en souterrain et dans une conduire en fonte	

Bassin haut d'eau, canal de Marseille et cheminée rampante présents sur site	
Cheminée rampante ouverte et murée au niveau du canal de Marseille	
Cheminée rampante ouverte et murée au niveau du chemin	

Zone du massif avec les carnaux hauts partiellement détruits (hors emprise LM)	
Cheminée rampante depuis les carnaux hauts vers l'exutoire (hors emprise LM)	
Exutoire vertical de la cheminée rampante (hors emprise LM)	

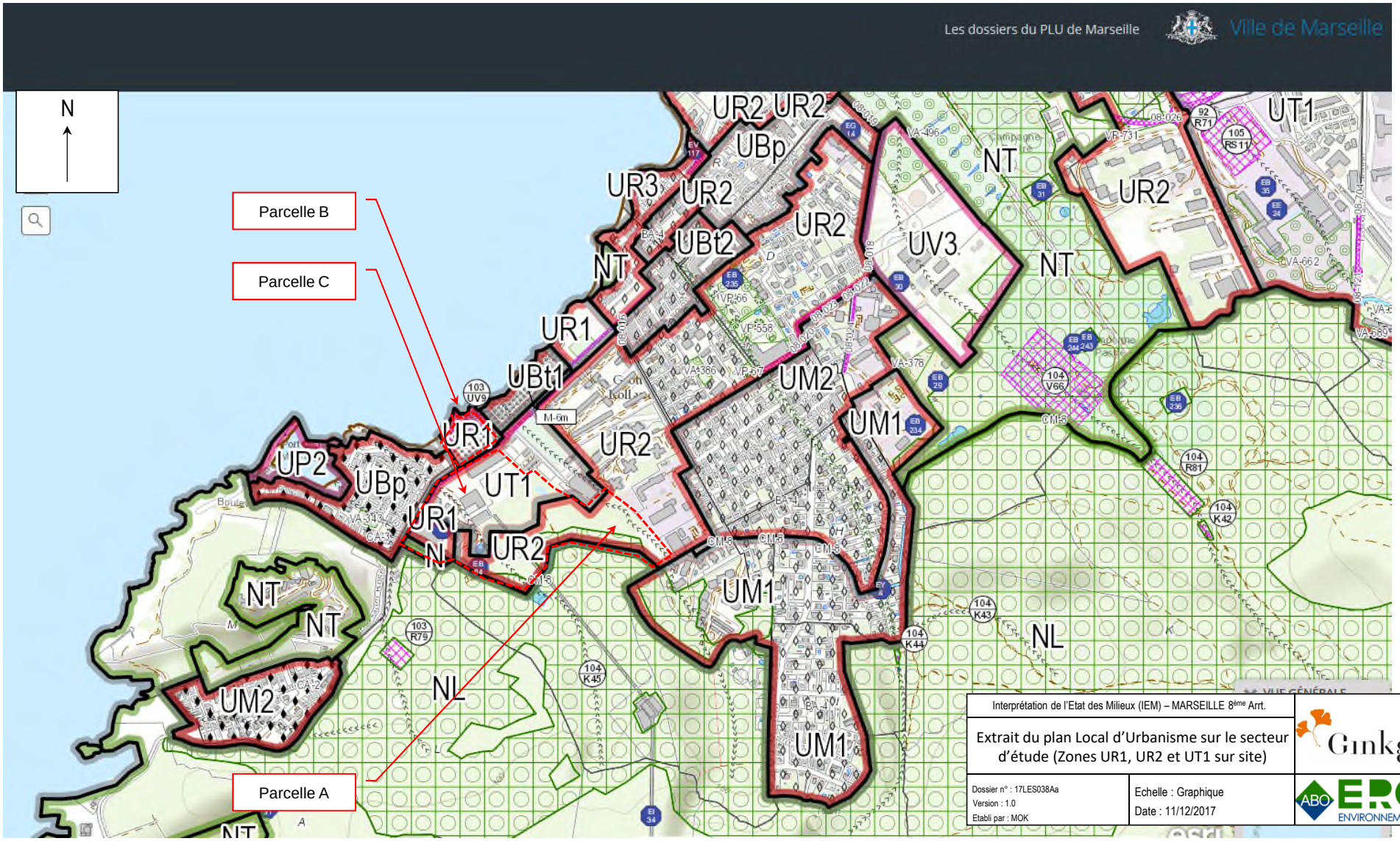
PARCELLE B - CRASSIER	
Entrée du crassier depuis l'avenue de la Madrague de Montredon	
Crassier en vue depuis la mer et anciennes structures maçonnées	
Crassier en vue depuis la mer et anciennes structures maçonnées à gauche	

Constructions présentes sur le crassier : station de pompage (d'après les plans historiques)	

ENVIRONNEMENT PROCHE DU SITE	
Vue sur le site depuis la zone de chasse	
Vue sur le port de la Madrague et sur le Mont Rose	
Avenue de la Madrague de Montredon avec mur d'enceinte du site à droite	

Exutoire de la cheminée rampante dans le massif des calanques	
Exutoire de la cheminée rampante dans le massif des calanques	
Cheminée rampante et exutoire vertical	

A1.5	**Extrait du plan local d'urbanisme**



Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.

Extrait du plan Local d'Urbanisme sur le secteur d'étude (Zones UR1, UR2 et UT1 sur site)

Dossier n° : 17LES038Aa
Version : 1.0
Etabli par : MOK

Echelle : Graphique
Date : 11/12/2017

Ginkgo

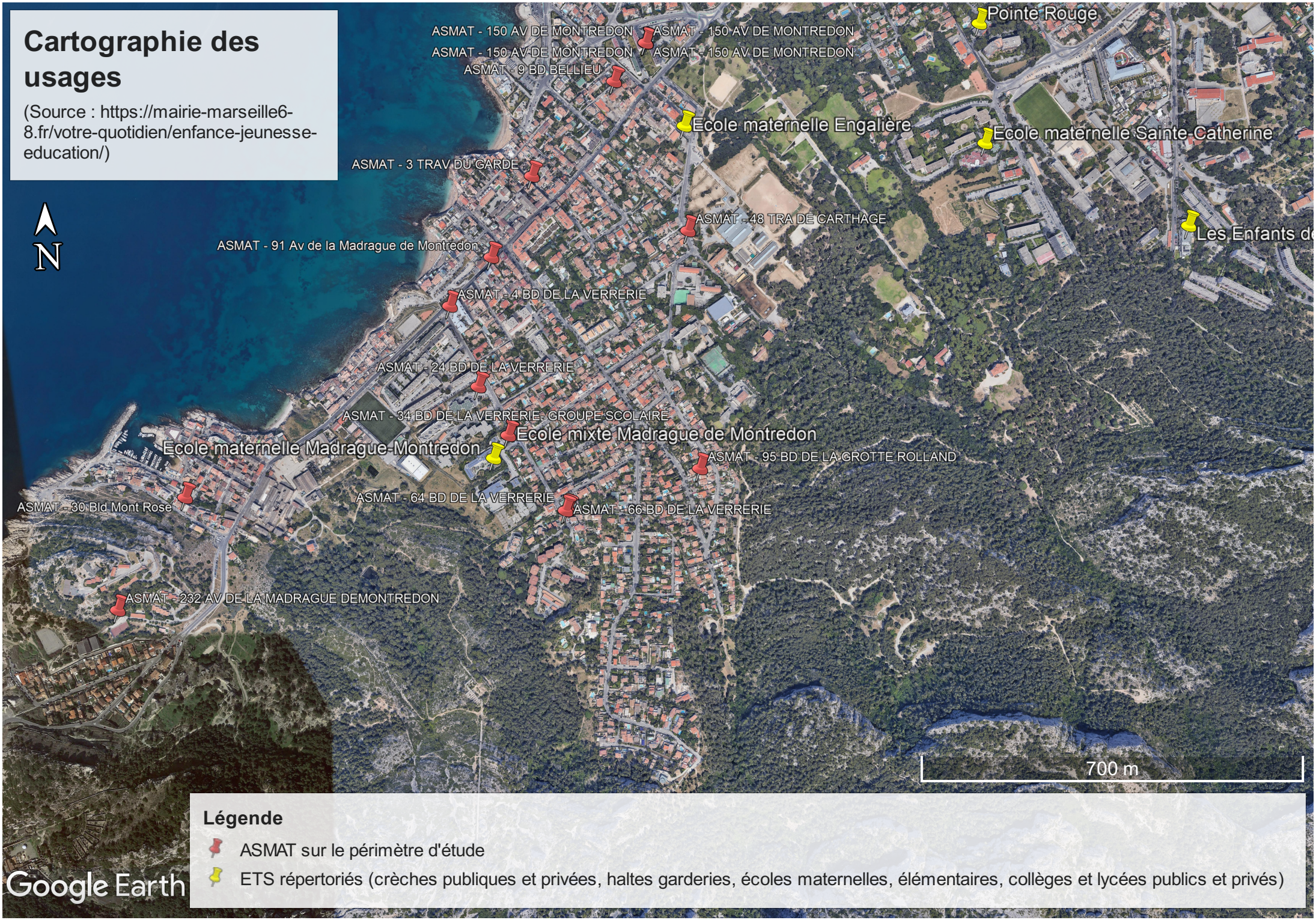
ABO ERG ENVIRONNEMENT

A2	**SYNTHESE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES**

A2.1	**Cartographie des usages dans lel proche environnement du site**

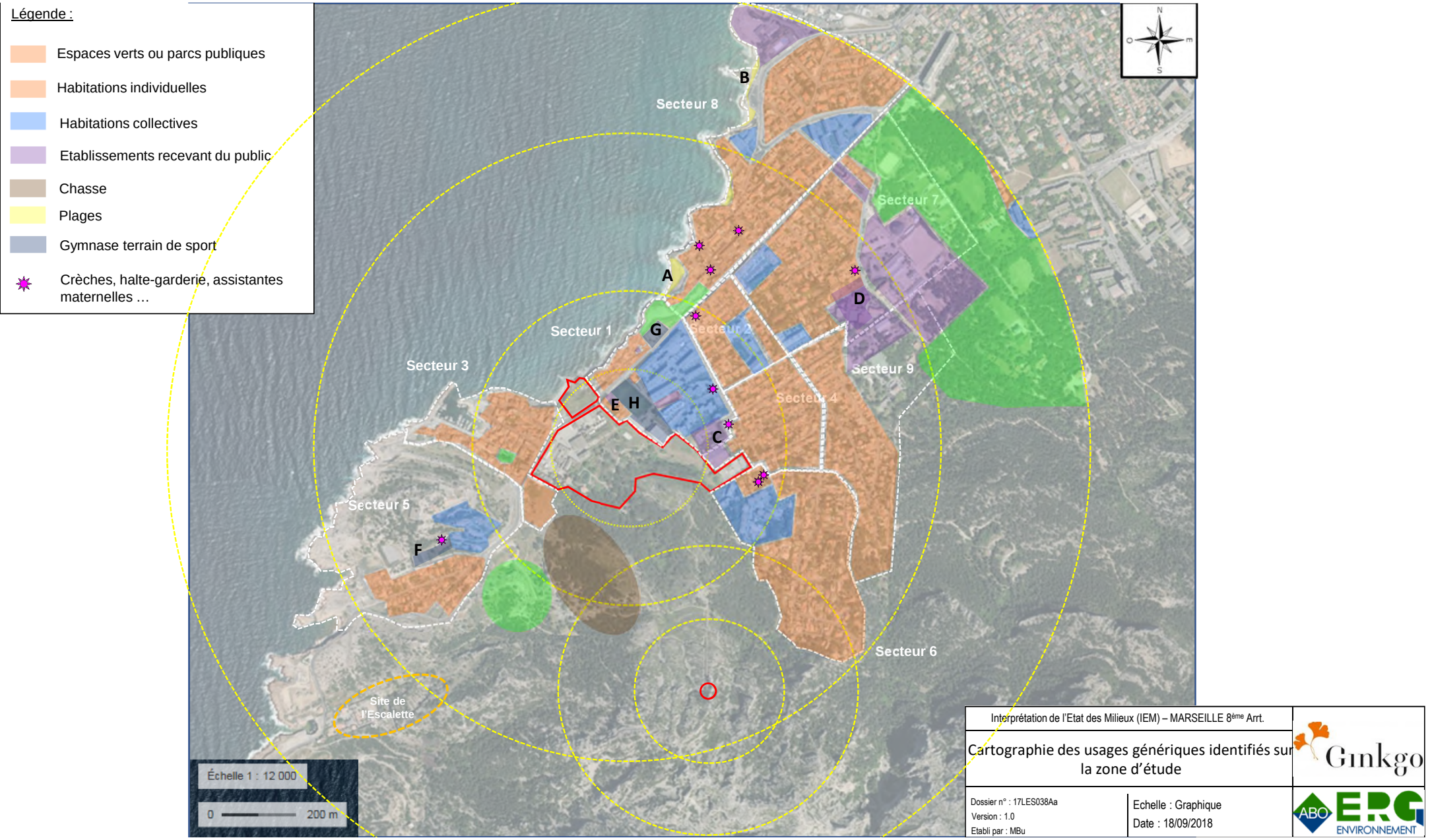
Cartographie des usages

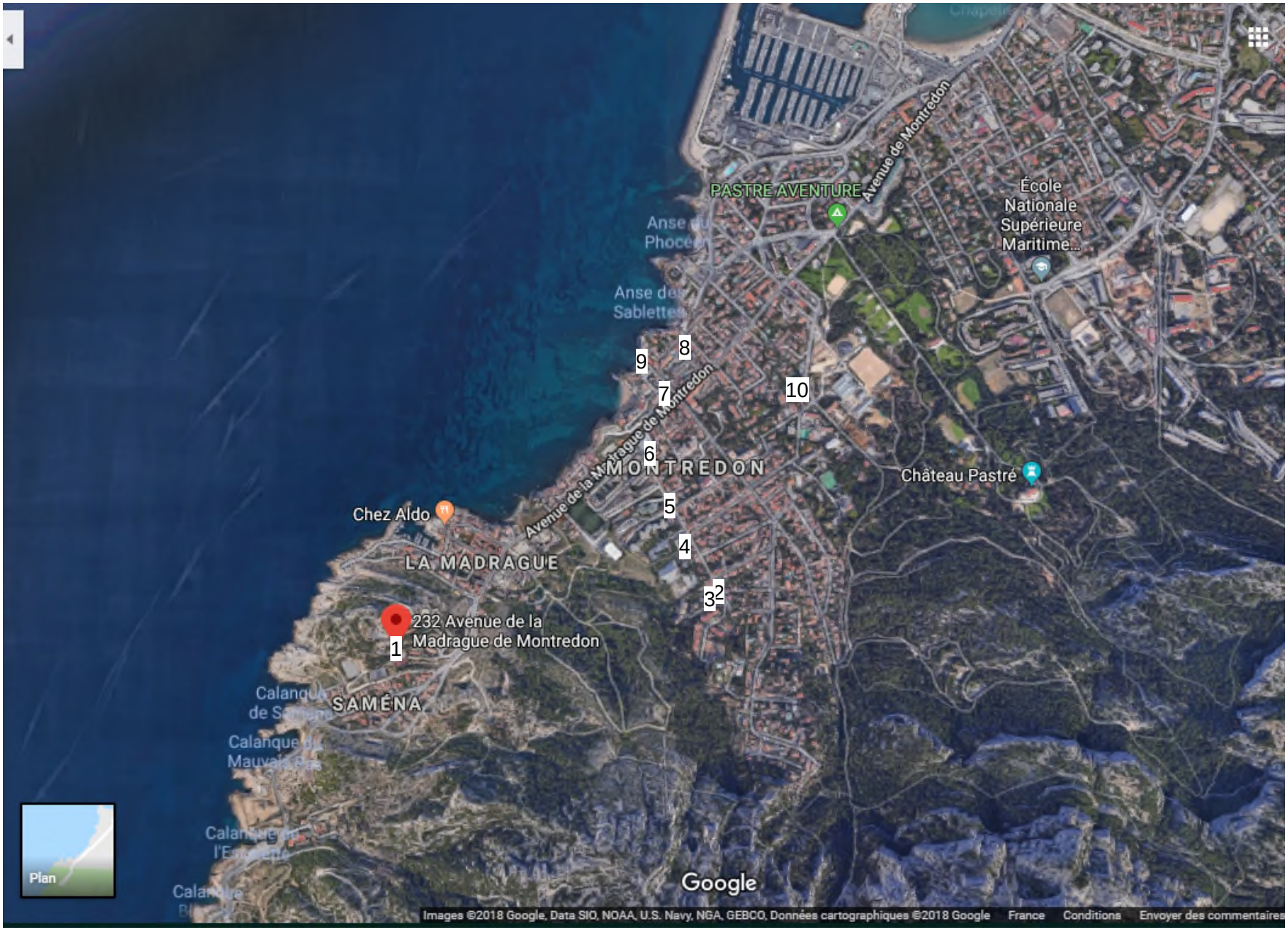
(Source : https://mairie-marseille6-8.fr/votre-quotidien/enfance-jeunesse-education/)



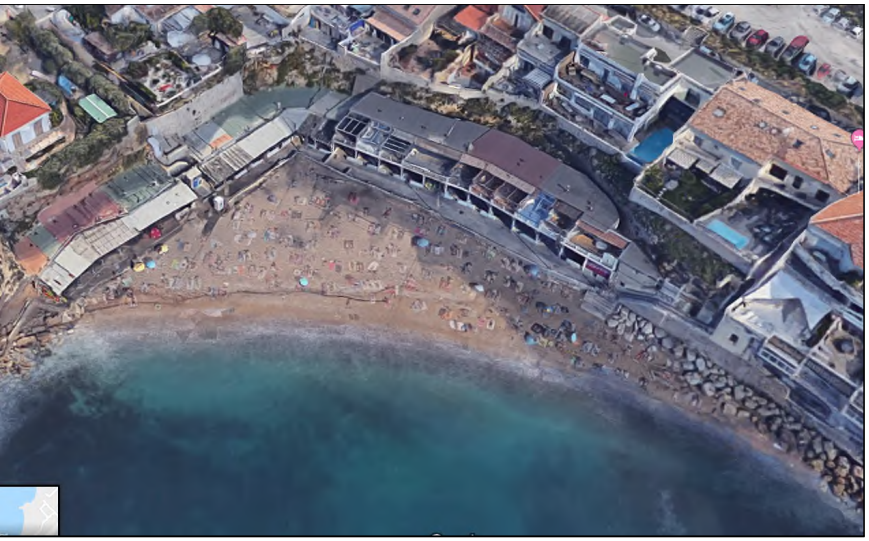
Légende

- ASMAT sur le périmètre d'étude
- ETS répertoriés (crèches publiques et privées, haltes garderies, écoles maternelles, élémentaires, collèges et lycées publics et privés)


Légende :
Espaces verts ou parcs publiques
Habitations individuelles
Habitations collectives
Etablissements recevant du public
Chasse
Plages
Gymnase terrain de sport
Crèches, halte-garderie, assistantes maternelles …
N
O
E
S
A
B
C
D
E
F
G
H
Secteur 1
Secteur 2
Secteur 3
Secteur 4
Secteur 5
Secteur 6
Secteur 7
Secteur 8
Secteur 9
Site de l'Escalette
Échelle 1 : 12 000
0
200 m
Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.
Cartographie des usages génériques identifiés sur la zone d'étude
Dossier n° : 17LES038Aa
Version : 1.0
Etabli par : MBu
Echelle : Graphique
Date : 18/09/2018
Ginkgo
ABO ERG ENVIRONNEMENT



PASTRE AVENTURE
Avenue de Montredon
École Nationale Supérieure Maritime...
Anse du Phocéen
Anse des Sablettes
8
9
7
10
6
MONTREDON
Avenue de la Madrague de Montredon
Château Pastré
Chez Aldo
5
4
LA MADRAGUE
3
2
232 Avenue de la Madrague de Montredon
1
SAMÉNA
Calanque de Saména
Calanque de Mauvais Pas
Calanque de l'Estaque
Plan
Google
Images ©2018 Google, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Données cartographiques ©2018 Google
France
Conditions
Envoyer des commentaires



A


Carènes Services
Piscine Municipale De La Pointe Rouge
Le Siam - Restaurant Marseille
AFPA
Prom. du Grand Large
Plan
Google
Anse du Phocéen

B


École maternelle
publique Madrague...

C


École primaire publique
Gratte Roland
Sodexho
Lamouhec
Théâtre Nono
INSTITUT REGIONAL
DU TRAVAIL SOCIAL
Google

D


Gymnase Eric Padova
Traverse de la Marbrerie

E



F



G



H Gymnase Eric Padovani

une structure d'accueil(crèche, halte-garderie, micro-crèche, multi accueil)		Distance aproximative
Multi-accueil Crèche le Petit Prince	Géocodage approximatif Rue Renzo Prolongée 13008 MARSEILLE	5 km
MAC LA POINTE ROUGE	81 Traverse Prat 13008 MARSEILLE Plus d'informations	1,43 km
Assistantes maternelles		
BARTELLONI MURIEL	232 AV DE LA MADRAGUE DE MONTREDON 13008 MARSEILLE Tél : 0486129992	1 sur plan
SAHED NACIRA	Géocodage approximatif 14 PL DE L AMIRAL MUSELIER 13008 MARSEILLE Tél : 0972803553	3,7 km
COHEN SABINE	Géocodage approximatif 6 RUE GAZ DU MIDI 13008 MARSEILLE Tél : 0954841517	6km
REY VIRGINIE	Géocodage approximatif 16 ALL MARCEL LECLERC 13008 MARSEILLE Tél : 0695673393	5 km
GOUEL FABIENNE	Géocodage approximatif 16 ALL MARCEL LECLERC 13008 MARSEILLE Tél : 0491513680	5 km
SQUIVEE SAIDA	64 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0650140384	2 sur plan
HYACINTHE ANGELIQUE	66 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0783054002	3 sur plan
LAMRI IKRAM	66 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0953854499	3 sur plan
TRIBOUT NATHALIE	34 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0491251134	4 sur plan
GIARAMIDARO CHRISTINE	24 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0983855752	5 sur plan
ROBOQUIN MARIE HELENE	24 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0491732884	5 sur plan
PAGES NATHALIE	24 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0491286433	5 sur plan
RISDON SANDRINE	24 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0491734393	5 sur plan
PAGES CHRISTINE	4 BD DE LA VERRERIE 13008 MARSEILLE Tél : 0491723662	6 sur plan
BONNET EVELYNE	91 AV DE LA MADRAGUE DE MONTREDON 13008 MARSEILLE Tél : 0491736315	7 sur plan
ALEXANDRE JULIE	3 TRA DU GARDE 13008 MARSEILLE Tél : 0621722079	8 sur plan
FRETAY Natacha	16 BD COLOMBET 13008 MARSEILLE Tél : 0491060459	9 sur plan
MOHEDANO ANNE MARIE	48 TRA DE CARTHAGE 13008 MARSEILLE Tél : 0486973191	10 sur plan
ZOUAIN OLIVIA	108 TRA PRAT 13008 MARSEILLE Tél : 0413256580	1,3 km
SABATIER SOPHIE	120 TRA PRAT 13008 MARSEILLE Tél : 0684066376	1,4 km
Accueils de loisirs		
Maison Pour Tous de Bonneveine	70 Avenue André Zénatti 13008 MARSEILLE Lieu d'implantation : Au sein de la Maison Pour Tous , dans le 8ième arrondissement. 04 91 73 14 59 mpt.bonneveine@ifac.asso.fr	2,8 km
un relais assistant(e)s maternel(le)s (Ram)		
auncun res à prox (2res 8ème loin)		
un lieu d'accueil enfants-parents		
aucun res		
un lieu d'information		
aucun res		
une maison d'assistant(e)s maternel(le)s		
aucun res		

A2.2	**Extrait de la carte remontée de nappe**



Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.

Cartographie du risque inondation
au droit du site à l'étude

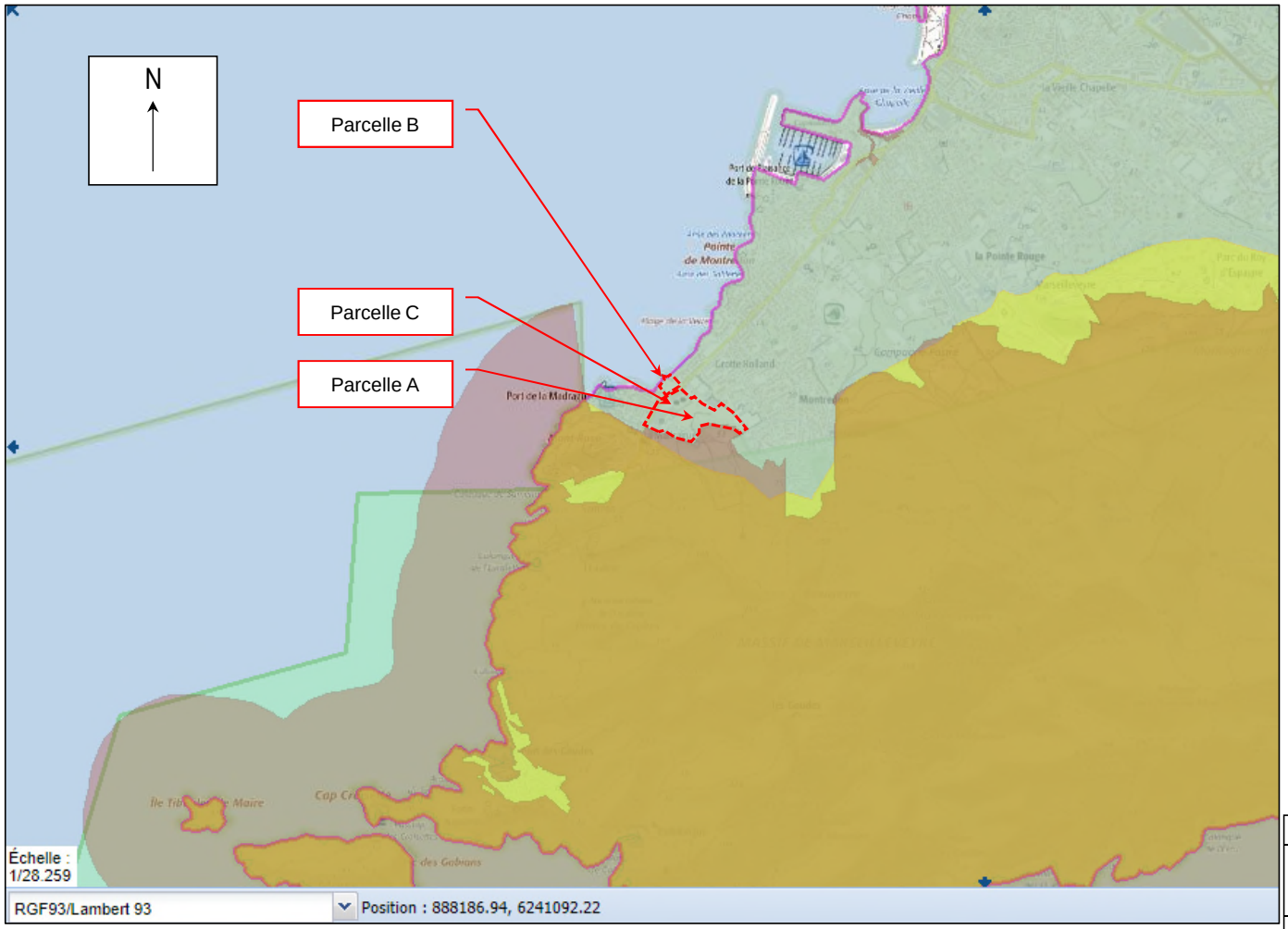
Dossier n° : 17LES038Aa
Version : 1.0
Etabli par : MOK

Echelle : Graphique
Date : 11/12/2017

Ginkgo

ABO ERG ENVIRONNEMENT

A2.3	**Plan et règlement du site classé et inscrit des calanques**



Légende

- Contenu de la carte
  - Données de l'eau
  - Sites et paysages
    - protection réglementaire
      - Site classé
      - Directive paysagère
      - Site inscrit
    - Protection contractuelle
      - Site UNESCO
      - Opération Grand Site (OGS)
    - Elements de connaissance
      - Réglementation publicité
        - 1ère génération
        - Transitoire
        - 2ème génération
      - Unité paysagère
      - Typologie de paysage
        - Alpes du sud
        - Basse Provence
        - Haute Provence
        - Plaines provençales et littorales
        - Provence cristalline
      - Paysage remarquable

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
DREAL PACA

Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.		Ginkgo
Plan du site classé et inscrit des calanques (DREAL PACA)		
Dossier n° : 17LES038Aa Version : 1.0 Etabli par : MOK	Echelle : Graphique Date : 11/12/2017	ABO ERG ENVIRONNEMENT

CASSIS / MARSEILLE

MASSIF DES CALANQUES

(Cette fiche correspond à la description de quatre sites classés)

Bouches du Rhône
17
Site Classé

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Site classé

Décret du 29 août 1975
Arrêté du 27 décembre 1976 (DPM)

Ces 2 sites classés incluent 2 autres sites classés :
- Site classé par Arrêté du 29 novembre 1934 (Massif des Calanques : Forêt domaniale de la Gardiole)
- Site classé par Arrêté du 31 juillet 1936 (Massif des Calanques : Calanques d'En-Vau et de Port Pin)

Propriété

Privée et publique

Superficie

Privée 2349 ha
Publique 3114 ha

Autres mesures de protection concernant le site

- Site inscrit Massif des Calanques : 24 novembre 1959

Autres protections au titre des sites sur la commune

Cassis

- Site inscrit Vieux Château et abords : 3 janvier 1964

Marseille

- Site classé Colline Notre Dame de la Garde : 29 mai 1917, 8 octobre 1917, 15 janvier 1920
- Site classé Promenade de la Corniche : 22 juillet 1924 et 3 janvier 1925
- Site classé Presqu'île de la Pointe Rouge : 22 juillet 1924 et 3 janvier 1925
- Site classé Vieux Port : 6 août 1932
- Site inscrit Colline St Joseph : 22 juillet 1931
- Site inscrit Quai du Port : 7 janvier 1946.



Photo : C. Cordoleani

COMPOSANTES DU SITE

Motivation de la protection

La beauté exceptionnelle de cet ensemble nature, prolongé à l'est par la forêt classée de la Gardiole, résulte de l'aspect sauvage et abrupt des falaises lui conférant une grande valeur paysagère qui n'a d'égale que son intérêt scientifique.
Depuis une trentaine d'années, ce massif est menacé par l'extension rapide de l'agglomération marseillaise ainsi que par l'existence de projets divers (trois ZAC).
Le classement demandé doit compléter et conforter le dispositif de classement déjà en place pour la Gardiole, les Calanques d'en Vau et de Port Pin ainsi que l'inscription à l'Inventaire de tout le Massif. Une longue négociation avec la Municipalité a conduit à exclure le domaine bâti de Luminy qui restera inscrit à l'Inventaire des Sites.

F. SORLIN Rapport à la Commission Supérieure des Sites 3 octobre 1974
et Commission Supérieure des Sites 11 octobre 1974

Instance de classement 23 mars 1973.

Le DPM sur une profondeur de 500 m est classé à la demande de la Mission de Protection des Sites et Espaces Naturels.

Etat actuel

Le Massif connait une fréquentation très importante tout au long de l'année par terre et par mer. Après le traumatisme du grand incendie d'août 1990 une prise de conscience de tous les propriétaires a permis la mise en place d'une structure. La vocation du "GIP", créé en 1999, est d'assurer une protection durable, la défense contre l'incendie, la préservation du milieu naturel et des paysages, l'accueil du public c'est à dire l'organisation de la fréquentation.

Observations

Antériorités de protection :
- Site classé Calanques d'En Vau et de Port Pin : 31 juillet 1936
- Site classé Sormiou, Morgiou et abords d'En Vau et Port Pin
- Site inscrit Ensemble des Calanques à l'exception des Calanques d'En Vau et de Port Pin : 24 novembre 1959.

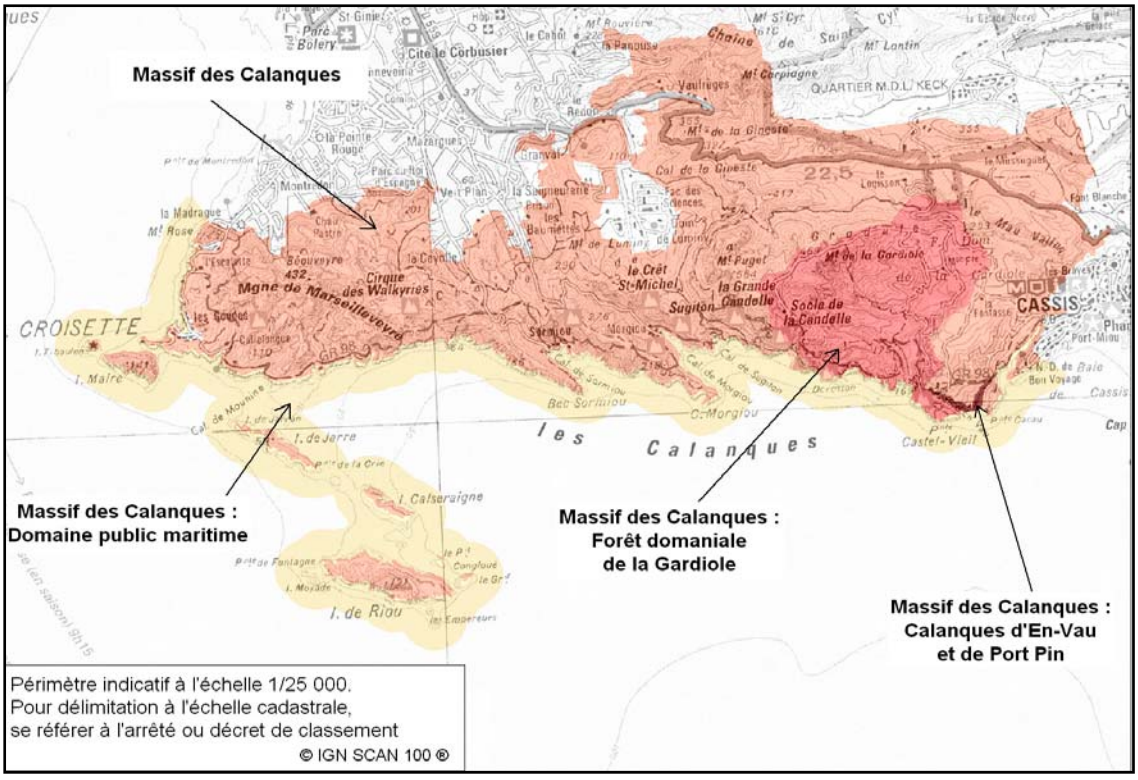
LOCALISATION ET PERIMETRE

Cadastre actuel

Ensemble formé par les Calanques et leurs abords y compris les îles et îlots avoisinants (parcellaire cf. extrait Décret)
Décret 29 août 1975

Ensemble constitué par le DPM correspondant au site du Massif des Calanques sur une distance de 500 m à partir de la limite des hautes eaux.
Arrêté 27 décembre 1976

CARTE DE LOCALISATION



CASSIS, MARSEILLE
CALANQUES

Bouches du Rhône
30
Site Inscrit

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Site inscrit

Arrêté du 24 novembre 1959

Propriété

Publique et privée

Superficie

4 880,44 ha

Autres mesures de protection concernant le site

Site classé
Massif des Calanques, (29/08/1975 et 27/12/1976) (Domaine Public Maritime)
Forêt domaniale de la Gardiole, (24/11/1934)
Calanques d'En Vau et de Port Pin
Projet de Parc National des Calanques, (03/04/2009)

Autres protections au titre des sites sur les communes

Sites classés
Cassis
Cap Canaille, Bec de l'Aigle, (04/04/1989).
Marseille
Colline Notre-Dame-de-la-Garde, (29/05/1917), (08/10/1917), (15/01/1920)
Promenade de la Corniche, (22/07/1924 et 03/01/1925)
Presqu'île de la Pointe-Rouge, (22/07/1924 et 03/01/1925)
Vieux-Port, (06/08/1932)

Sites inscrits
Cassis
Le port et ses abords, (03/11/1942),
Cap Canaille et ses abords, (13/07/1960),
Vieux château et ses abords, (03/01/1964),
Baie de Cassis, frange du littoral, (18/01/1966).
Marseille
Colline Saint-Joseph, (22/07/1931),
Quai du Port, (07/01/1946).
Monuments historiques
Nombreux monuments inscrits ou classés.



Abords de la calanque de Sugiton

COMPOSANTES DU SITE

Motivation de la protection

Les calanques de Marseille constituent un site d'exception qui n'a fait l'objet jusqu'à présent que de mesures de protection partielles et insuffisantes.
Rapport sur le projet de protection, M. Lestel.Inspecteur général des MH chargé des sites - 27 mai 1959

Etat actuel, observations

Le territoire inscrit correspond à l'ensemble du massif des Calanques et les iles.
Les mesures de protection et de gestion mises en oeuvre ont permis de préserver l'identité des paysages.
Les enjeux restent multiples : risques d'incendie, conséquences de la fréquentation touristique.
Ils motivent les protections multiples qui couvrent le massif et complètent l'inscription : sites classés, gestion par un GIP (pour en particulier gérer la fréquentation), projet de Parc National.

LOCALISATION ET PERIMETRE

Ensemble formé sur les communes de Marseille et de Cassis par les calanques et leurs abords y compris les iles et Ïlots avoisinants tel qu'il est délimité sur le plan annexé.

Arrêté du 24 novembre 1959

SITUATION



Source : IGN-scan100

Limite du site inscrit

A2.4	**Synthèse des éléments climatiques**

MARSEILLE/MARIGNANE FRANCE,

WorldClimate

Weather station **MARSEILLE/MARIGNANE FRANCE** is at about 43.30°N 5.40°E. Height about 8m / 26 feet above sea level.

24-hr Average Temperature

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
°C	6.4	7.6	9.8	12.8	16.5	20.2	22.7	22.3	19.5	15.2	10.4	7.2	14.2
°F	43.5	45.7	49.6	55.0	61.7	68.4	72.9	72.1	67.1	59.4	50.7	45.0	57.6

Source: MARSEILLE/MARIGNANE FRANCE data derived from GHCN 2 Beta. 1726 months between 1838 and 1991

Average Rainfall

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
mm	48.7	39.5	44.5	46.2	46.1	26.0	14.6	24.3	63.4	93.6	76.3	58.6	582.0
inches	1.9	1.6	1.8	1.8	1.8	1.0	0.6	1.0	2.5	3.7	3.0	2.3	22.9

Source: MARSEILLE/MARIGNANE data derived from GHCN 1. 2888 months between 1749 and 1989

Average Sea-Level Pressure

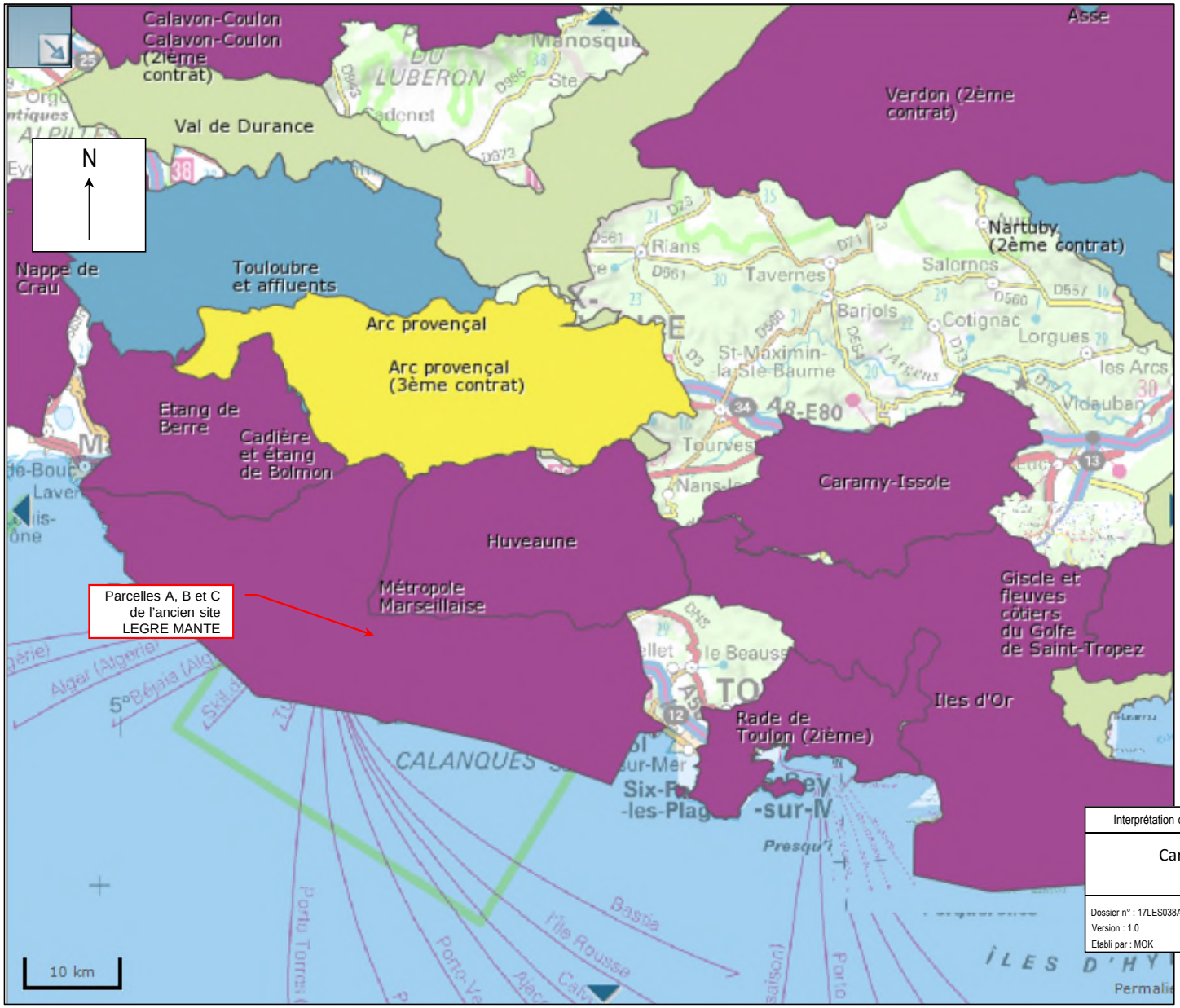
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
millibars	1017.2	1015.8	1014.2	1012.7	1013.9	1015.2	1015.3	1015.3	1016.5	1015.8	1015.6	1016.1	1015.3

Source: MARSEILLE/MARIGNANE data derived from GHCN 1. 1389 months between 1871 and 1988

http://www.worldclimate.com/cgi-bin/data.pl?ref=N43E005+4102+07650W

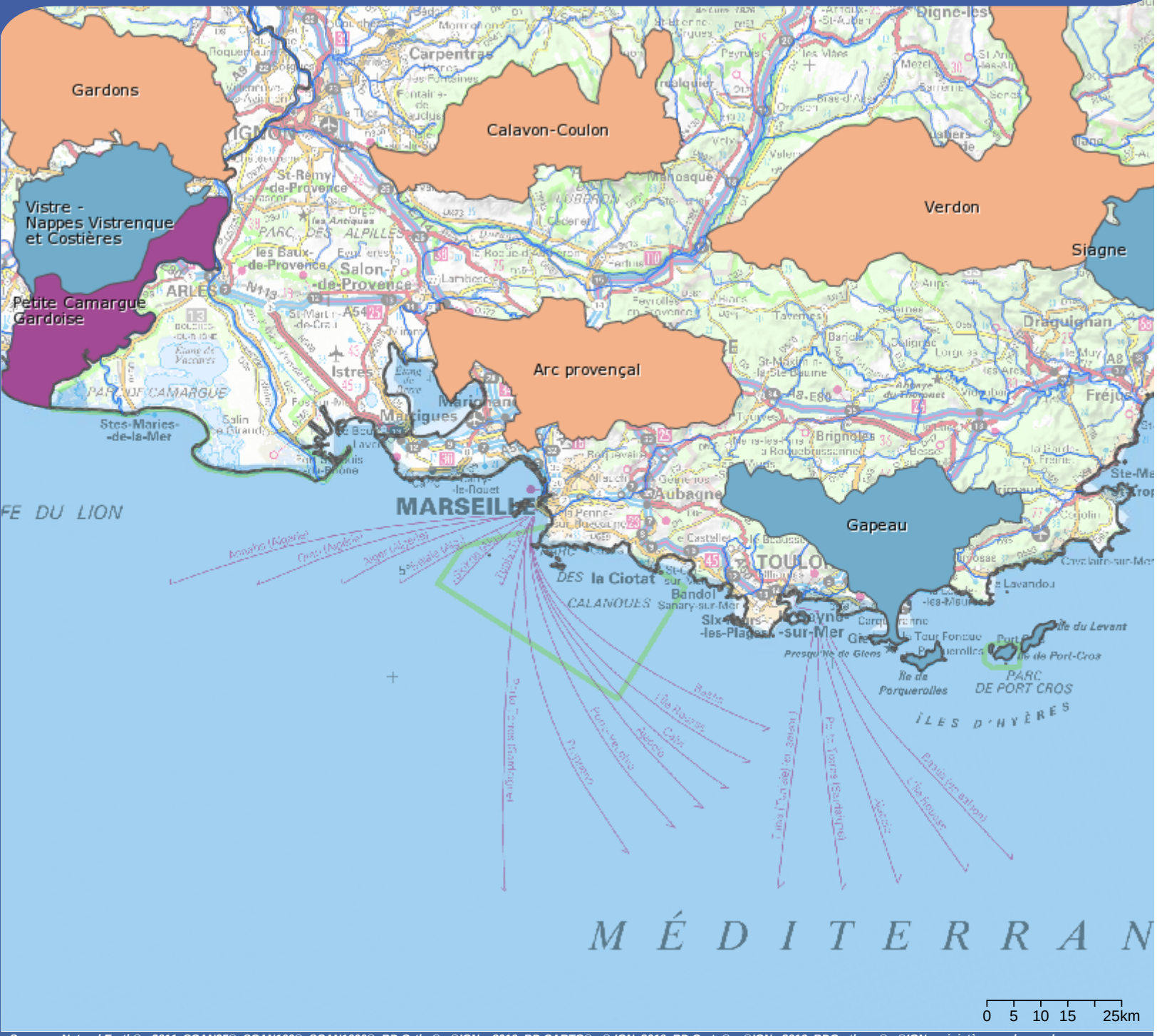
Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.	Ginkgo
Synthèse des éléments climatiques World reference station Marseille Marignane	
Dossier n° : 17LES038Aa Version : 1.0 Etabli par : MOK	Echelle : Graphique Date : 11/12/2017

A2.5	**Cartes des SAGE et contrats de rivières**



Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.		Ginkgo
Carte des contrats des milieux		
Dossier n° : 17LES038Aa Version : 1.0 Etabli par : MOK	Echelle : Graphique Date : 11/12/2017	ABO ERG ENVIRONNEMENT

Rechercher un SAGE



Sources: Natural Earth® - 2011, SCAN25®, SCAN100®, SCAN1000®, BD Ortho® - ©IGN – 2010, BD CARTO® - © IGN, 2010, BD Carto® - ©IGN– 2016, BDCarthage® - ©IGN - ministère en charge de l'environnement – Agences de l'eau – 2014, OIEau d'après agences de l'eau et partenaires – 12/2017, OIEau, animateurs SAGE et ministère en charge de l'environnement – 12/2017

© Onema, 2018 - Date d'impression: 31/01/2018

eaufrance
Service public d'information sur l'eau

SAGE

- Non démarré - hydrographiques (type de périmètre)
- Emergence - hydrographiques (type de périmètre)
- Instruction - hydrographiques (type de périmètre)
- Elaboration - hydrographiques (type de périmètre)
- Mis en oeuvre - hydrographiques (type de périmètre)
- Première révision - hydrographiques (type de périmètre)
- Non démarré - hydrogéologiques (type de périmètre)
- Emergence - hydrogéologiques (type de périmètre)
- Instruction - hydrogéologiques (type de périmètre)
- Elaboration - hydrogéologiques (type de périmètre)
- Mis en oeuvre - hydrogéologiques (type de périmètre)
- Première révision - hydrogéologiques (type de périmètre)

Contrat de milieu

Contrat de milieu

SDAGE

SDAGE

Cours d'eau

Cours d'eau - Classe 1

Régions

Regions administratives

Départements

Departements

Communes

A2.6	**Présentation ADEME pour réunion publique d'information du 13/05/2013 – Etude AVP**

SITES POLLUES DU LITTORAL SUD DE MARSEILLE

Secteur Mont Rose - Callelongue

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Franck MAROT et Caroline REGNAUT

Plan de présentation

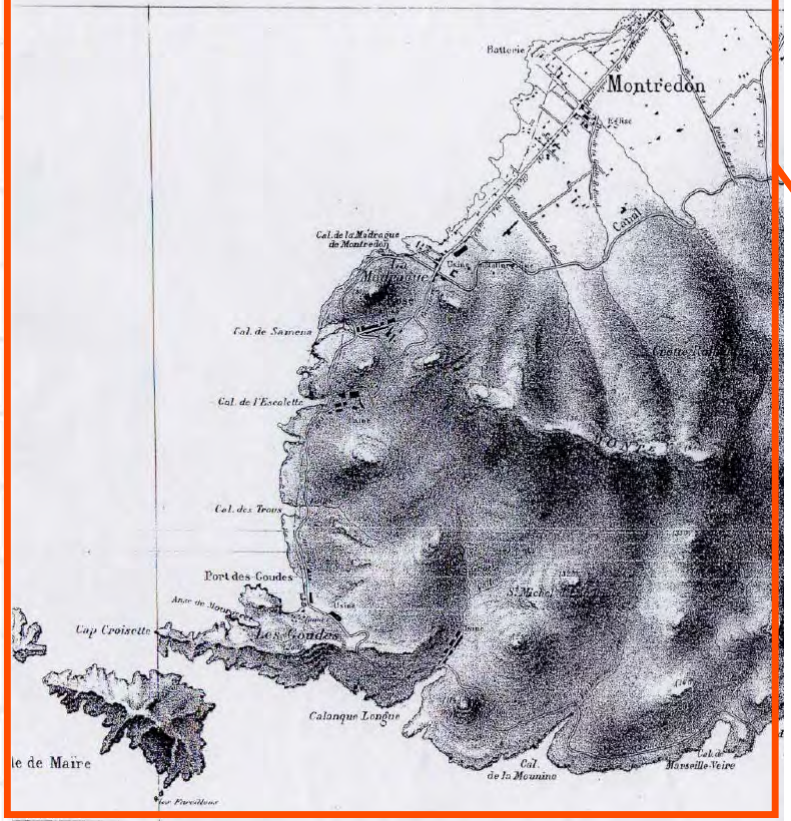
- **Rappel du contexte historique**
- **Etudes et travaux déjà réalisés**
- **Cadre de l'Intervention ADEME**
- **Programme de réhabilitation** envisagé
- **Démarches en cours**
- **Calendrier** et Phasage de l'opération
- **Aspects financiers**

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Secteur concerné

Carte présentant le contexte industriel du périmètre d'étude en 1879
Dressée par le bureau des travaux publics de la Mairie de Marseille





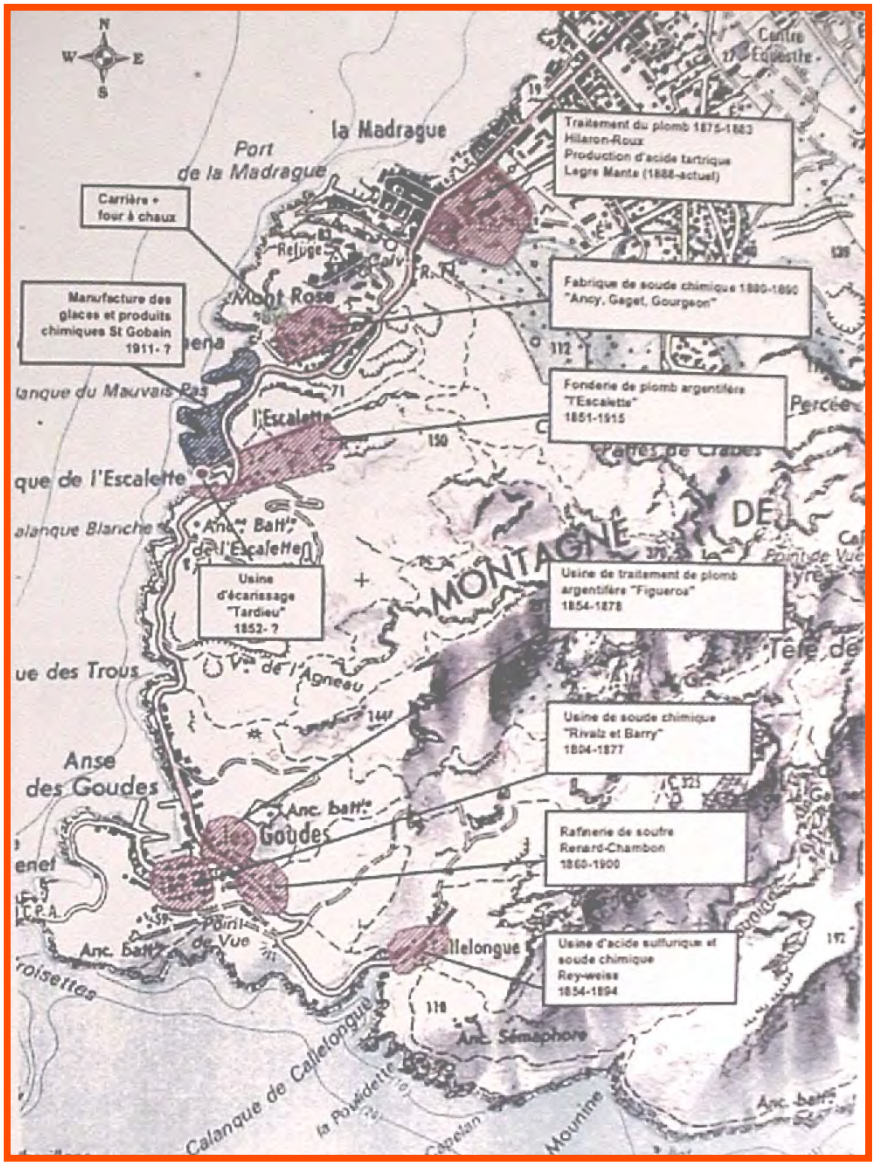
ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Une histoire industrielle intense au XIX°siècle ….

… jusqu'à la réhabilitation

au XXI° siècle



QUELQUES ETAPES CLES DEPUIS UNE DIZAINE D'ANNEES

- **Concertation** (groupes de travail) et **conduite d'études et travaux** sur ce territoire entre 2000 et 2006

  => Volonté de caractériser et maîtriser les risques

- **Création du Parc National des Calanques** (2012)

  => Avis du CNPN du 11 décembre 2008 souhaitant le **traitement de la pollution** recensée dans les sols

- **Sites à responsables défaillants** (2012)

  => recours à la maîtrise d 'ouvrage ADEME

Le domaine terrestre

Résultats de l **'inventaire des zones polluées** (fin 2005)

Étude qualitative par observations in situ depuis Montredon jusqu'à Callelongue (typologie de déchets: couleur, structure…)

Constats:

1- ces **matériaux pollués ont été utilisés dans le passé pour faire des remblais** (routes, chemins, plate-forme…) dans de nombreuses zones

2- on les retrouve sur de **nombreux sites plus ou moins accessibles** (notamment sous des maisons des Goudes…)

29ha pollués sur 260ha (10%) comprenant **12 dépôts** (77 sous dépôts)

Conclusions:

- **L'élimination totale** des matériaux pollués est **impossible**

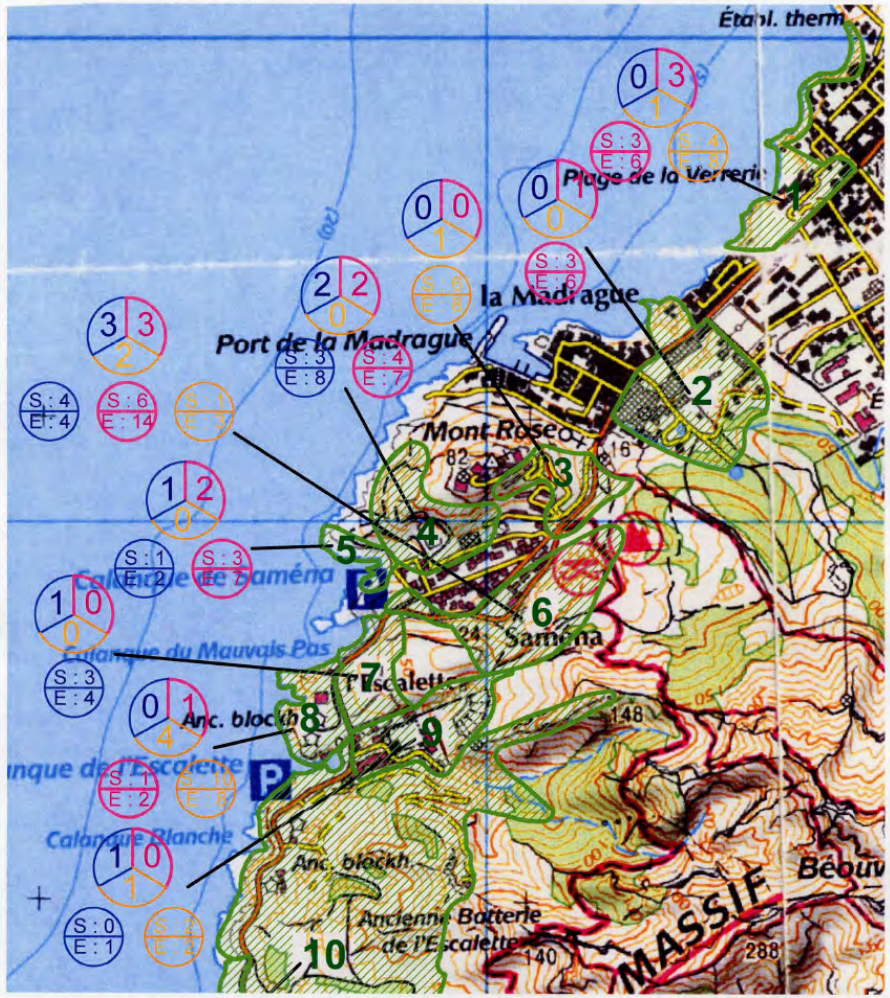
- **Des solutions adaptées aux secteurs concernés doivent être étudiées**

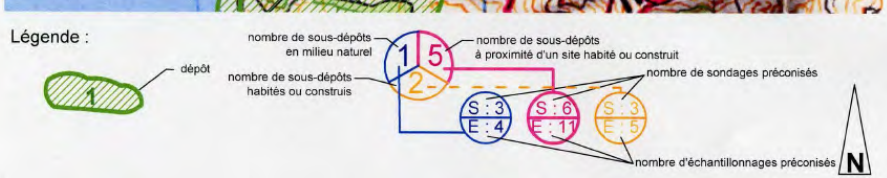
ADEME

Agence d
et de la M

Localisation des formes d'urbanisation des sous - dépôts, partie Nord

Echelle 1/10000

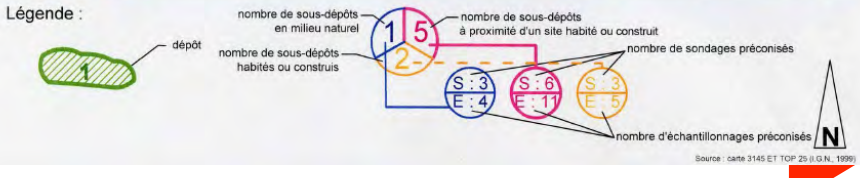




Localisation des formes d'urbanisation des sous - dépôts, partie Sud

Echelle 1/10000



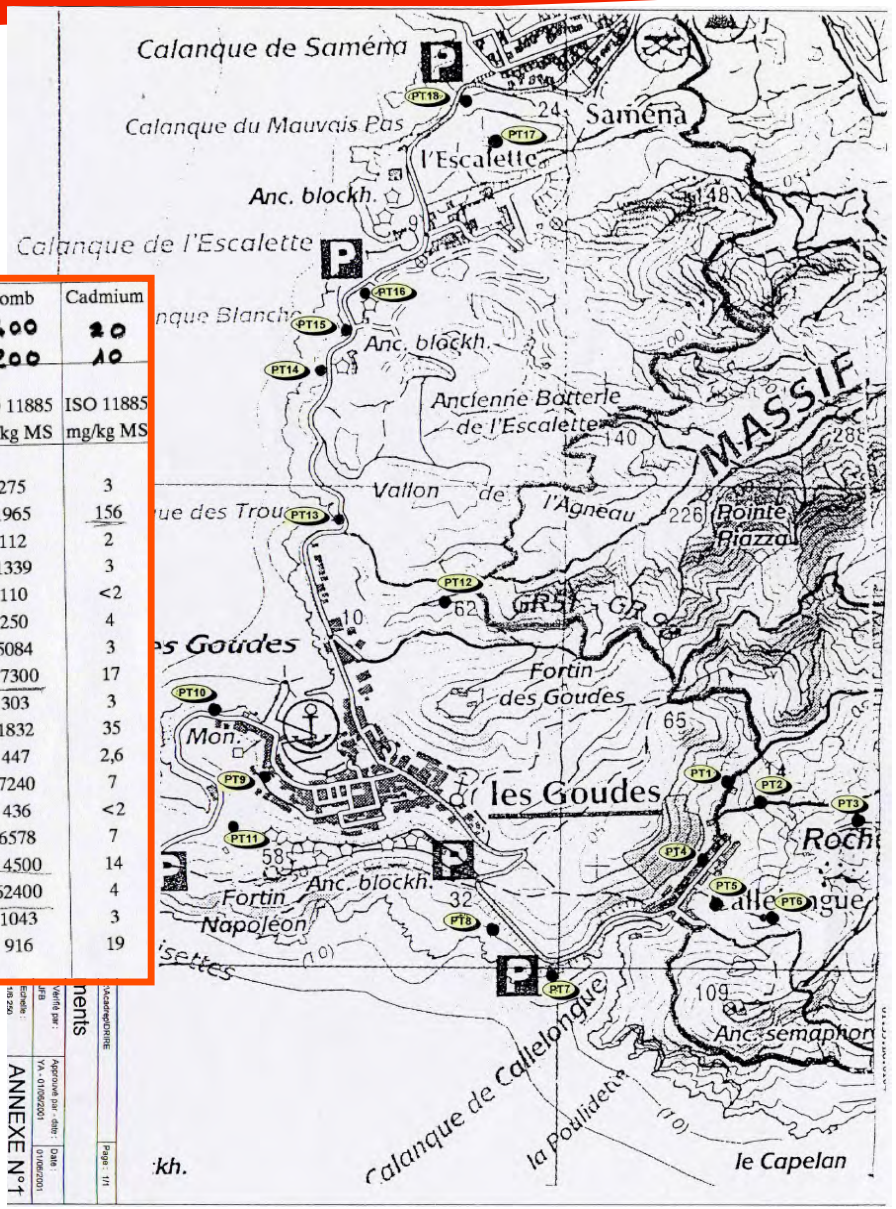


Source : carte 3145 ET TOP 25 (I.G.N., 1999)

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ANALYSES	Matières sèches	Chrome	Arsenic	Mercure	Plomb	Cadmium
Vol-Sensible		130	37	7	400	20
VDSS mg/kg		65	19	3,5	200	10
méthodes	EN 12880	ISO 11885	ISO 11969	EN 1483	ISO 11885	ISO 11885
unités	%	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS	mg/kg MS
Point 1	81,6	52	16	3,4	275	3
Point 2	77,6	28	100	4,2	1965	156
Point 3	90,7	19	7	<1	112	2
Point 4	81,7	19	9	2,0	1339	3
Point 5	79,7	18	19	2,4	110	<2
Point 6	88,8	31	11	1,6	250	4
Point 7	81,4	16	22	1,2	5084	3
Point 8	80,9	5	13	1,3	17300	17
Point 9	76,6	13	1,6	<1	303	3
Point 10	84,2	19	19	<1	1832	35
Point 11	76,5	19	7	<1	447	2,6
Point 12	92,0	13	14	3,3	7240	7
Point 13	70,4	<4	1,3	<1	436	<2
Point 14	88,7	64	29	1,0	6578	7
Point 15	73,9	36	29	1,4	14500	14
Point 16	95,9	19	19	<1	62400	4
Point 17	80,2	87	14	<1	1043	3
Point 18	82,3	39	20	<1	916	19



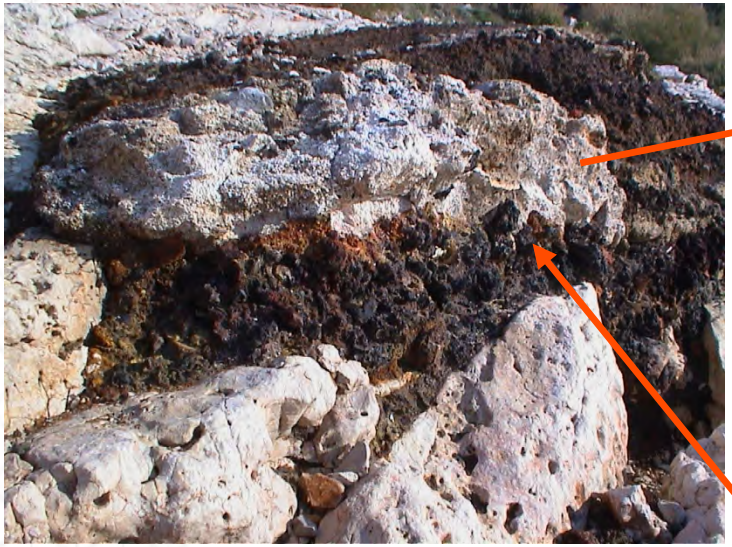
ANNEXE N°1

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Travaux d 'urgence réalisés en 2002 sur la plage de SAMENA





- Remplacement du sable
- Confortement pieds du talus par enrochements et projection de béton
- **Il subsiste des encroûtements pollués**

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Plage de Saména en 2010









ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Dépôt ancien de scories à SAMENA



ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

L 'Escalette



Zone habitée

Propriétaire principal: Conseil Général 13

Dépôts anciens de scories présents au fond du vallon de l'Escalette



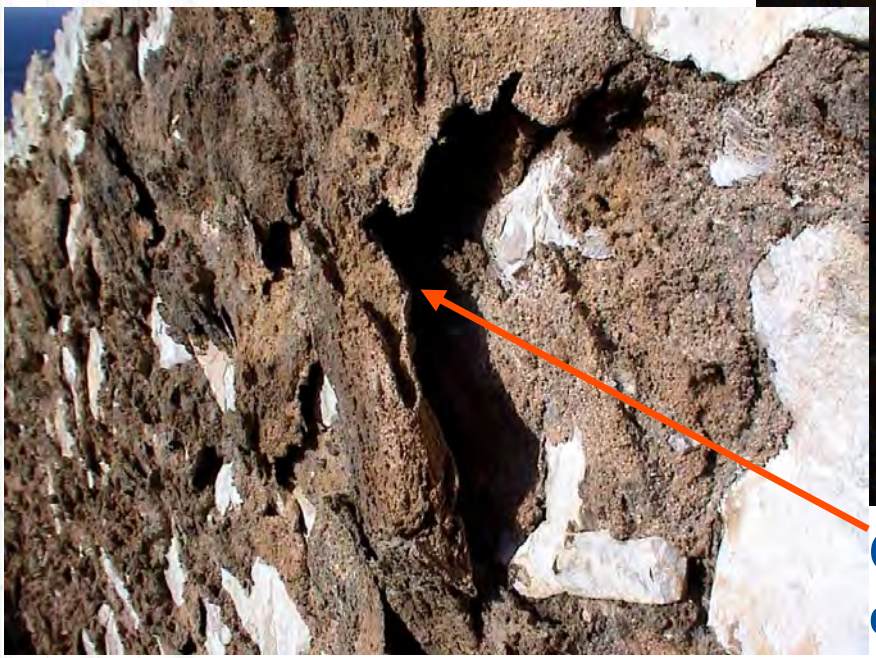




L ’Escalette

Anciens carneaux de cheminée





Croûtes déposées sur les parois contenant As et Pb

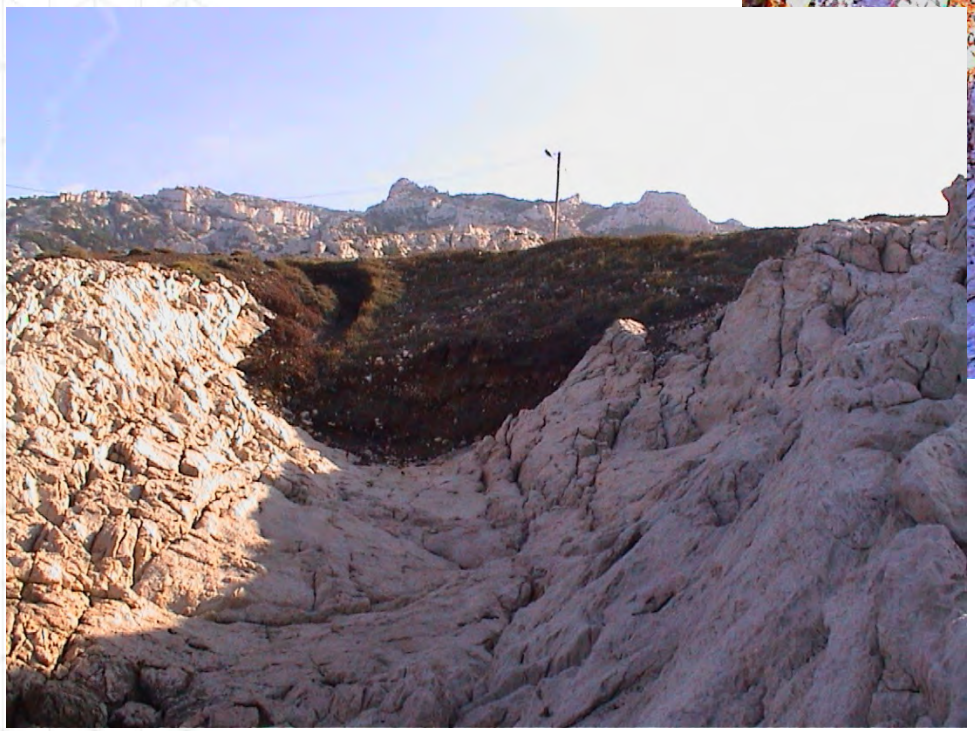
ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

La Calanque Blanche

Remblai de la route





ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Callelongue

Remblai de la route

Chemin





Le milieu marin

Caractérisation des fonds marins proches de SAMENA et l 'ESCALETTE

Les sédiments sont pollués:

- **Plomb entre 100 et 1200 mg/kg** sec par rapport à N1: 100 et N2: 200 fixés par AM du 17 juin 2000 relatif à l 'immersion de déblais
- **Arsenic entre 8 et 640 mg/kg** sec par rapport à N1: 25 et N2: 50 Valeurs OSPAR (Pb : 5 à 50 mg/kg et As : 1 à 10 mg/kg sec)

Les fruits de mers sont contaminés par le plomb:

- **Moules entre 4,5 et 5,3mg/kg** sec (comparé à RNO 2003: 2,62)
- **Oursins entre 4,9 et 14,1mg/kg** humide (comparé à 1,5 du règlement européen du 5 avril 2002)

=> les moules et les oursins ne sont pas consommables au regard des valeurs réglementaires

Conclusion des études réalisées

Poussières :

- **Pas de contamination Pb et As des poussières inhalables** (Airmaraix 2003)

Inventaire complet du milieu terrestre :

- **Nombreuses zones polluées** en plus des sites déjà recensés, notamment proche des zones habitées des Goudes (DRIRE 2005)

Milieu marin:

- **Pollution significative des sédiments, des moules et des oursins**

Evaluation du risque sanitaire réalisée en 2005 par l 'INVS :

- **Risque significatif** lié à l'exposition au plomb et à l'arsenic dans le secteur de l'Escalette

Mesures prises pour protéger la santé du public :

- Risque de contact cutané avec les terrains pollués : **Remplacement du sable à Samena, enrochements en pied du talus (2002)**
- Risque lié à l'exposition au plomb : **Dépistage organisé du saturnisme (2005)**
- Risque lié à la consommation de coquillage (2005) : **pose des panneaux d'interdiction par la commune**





2013 > ces panneaux ont disparu

EVOLUTION DU DOSSIER

Accord DGPR du 3 novembre 2011 pour intervention ADEME

AP du 15/03/2012 confiant à l'ADEME la maîtrise d'ouvrage de la conception des travaux

Création du Parc National des calanques 19/04/2012

Accord du Conseil Général, de la mairie de Marseille et de MPM pour participer au financement des travaux

MODALITES DE GESTION PROPOSEES

Principes d'action

➔Eviter les possibilités d'exposition par contact avec les scories

➔Arrêter l'érosion des matériaux pollués vers le milieu marin

1- Mise en sécurité des zones de dépôts ou remblais importants : (excavation, confinement….)

2- Pour les zones de pollution diffuses : information, interdiction…

Pas de technique d'intervention possible sur les sédiments marins

Ces travaux ne se substituent pas aux précautions individuelles

La mission confiée à l'ADEME

Réhabilitation des anciens dépôts de scories de fonderie

Secteur Mont Rose - Callelongue

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Cadre de l'intervention de l'ADEME

- **Arrêté préfectoral du 15 mars 2012 :**

L'ADEME est chargée de la **conception de l'opération de mise en sécurité des dépôts de scories** reconnus entre Mont Rose et Callelongue.

PRINCIPAUX SECTEURS CONCERNES
(dépôts massifs)

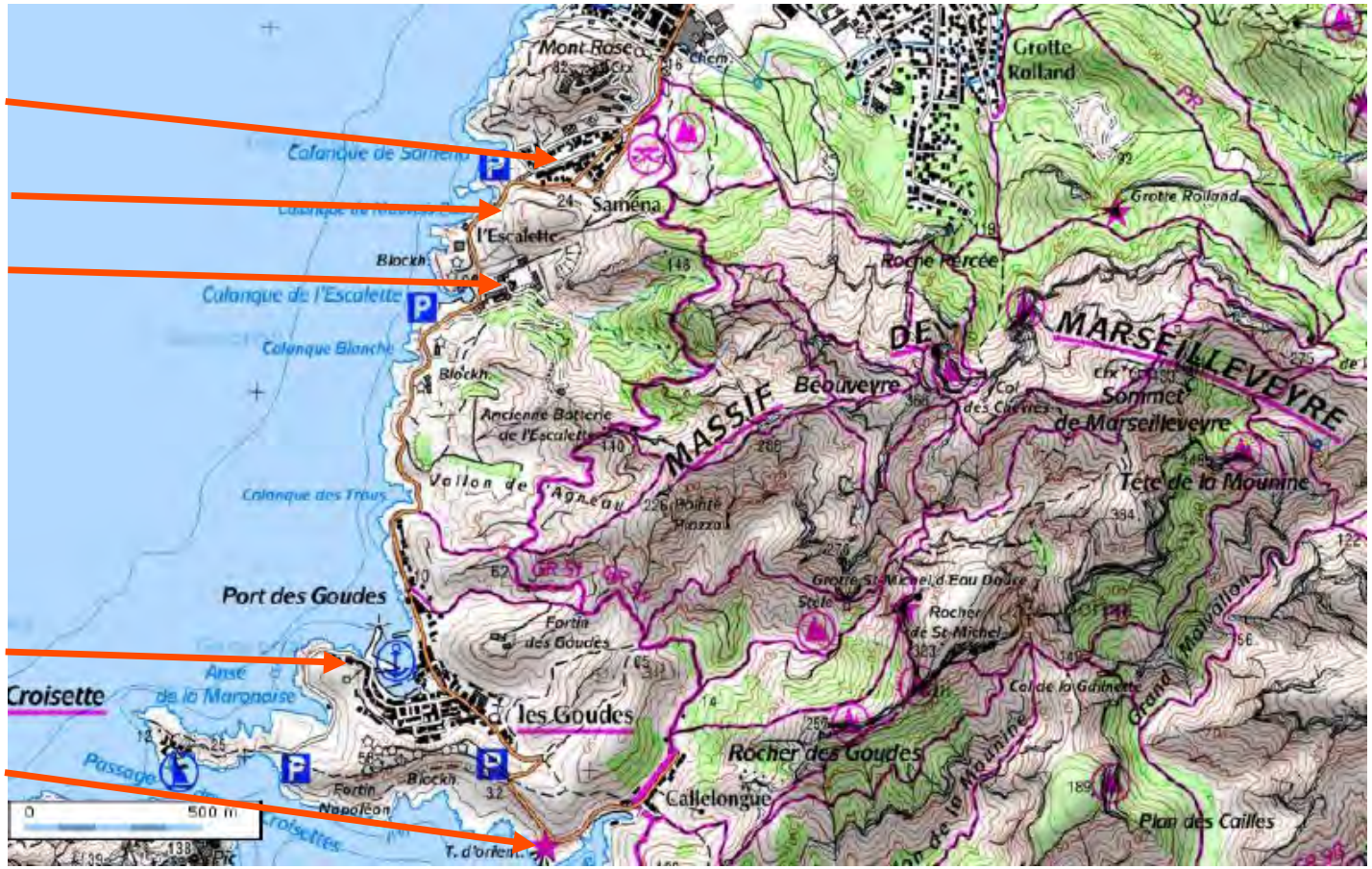
Samena

Mauvais Pas

Escalette

Les Goudes

Callelongue



ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie



SITE DE MAUVAIS PAS

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie



SITE DE L'ESCALETTE

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie



SITE DE L'ESCALETTE

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie



ROUTE LITTORAL ENTRE LES CALANQUES DE L'ESCALETTE ET DES TROUS

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie



SITE DE CALLELONGUE

OBJECTIFS VISES

➢ **INTERVENIR SUR LES PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION** (dépôts massifs de scories) **:**

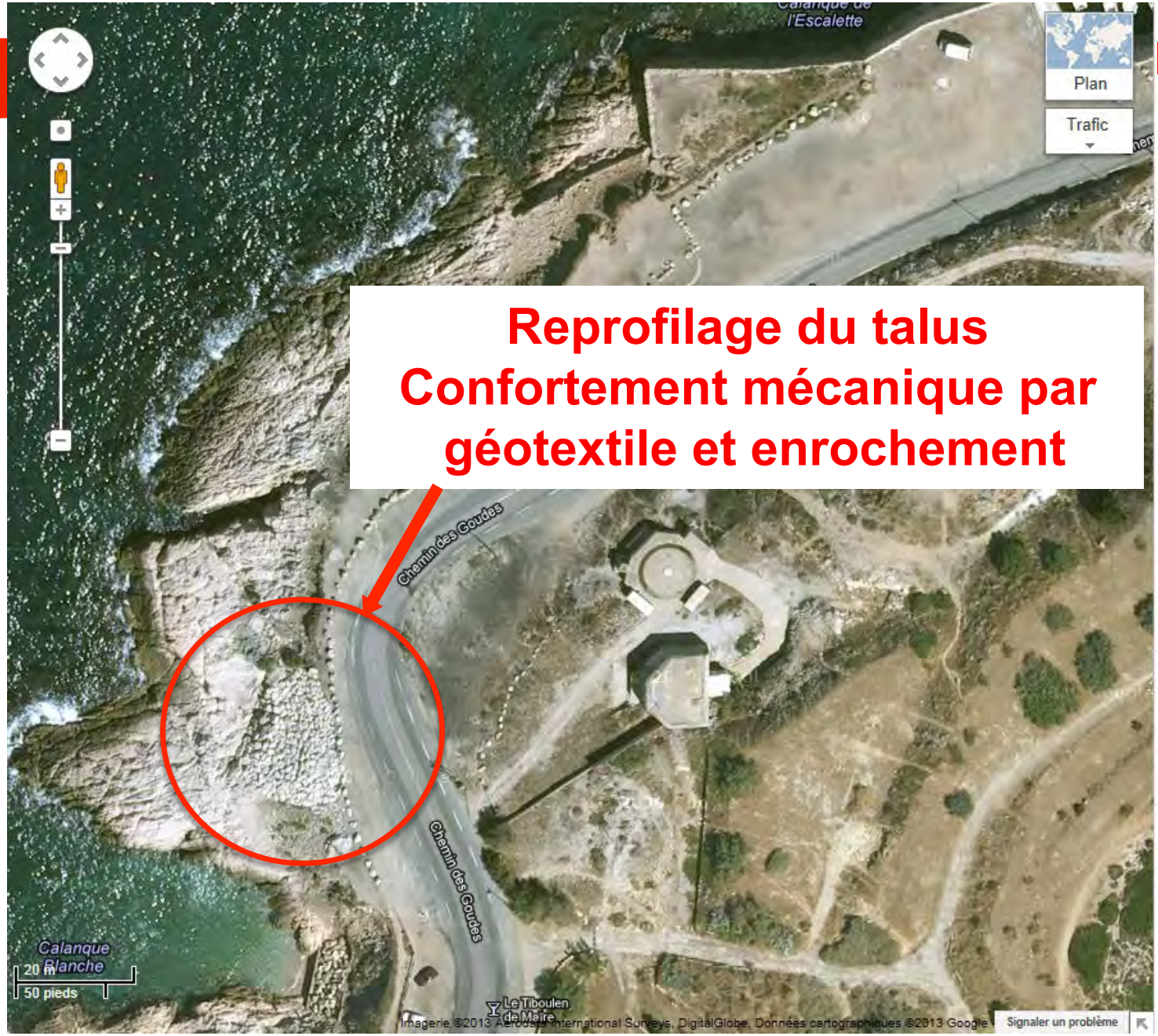
- pour **supprimer tout contact avec les scories** (zones fréquentées avec risque d'ingestion et d'inhalation de poussières contaminées) ;

- pour **arrêter la dispersion des matériaux pollués par envol de poussières** et **stopper le ravinement vers les milieux terrestre et maritime.**

→ **S'appuyer sur les études disponibles et les travaux déjà réalisés sur le secteur depuis dix ans**

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie



EXEMPLE DE REHABILITATION

SOLUTIONS ENVISAGEABLES

- **Escalette :**
  - **Gestion des dépôts à l'arrière de l'usine** : retrait et/ou maintien sur le site (confinement) accompagné d'un aménagement paysagé ;
  - **Mise en sécurité des cheminées** : gestion des déchets, gestion des structures fragilisées (démolition partielle ?, consolidation ?)

- **Dépôts en bord de mer** (Samena, Escalette, Les Goudes, Callelongue…) :
  - **Retrait et/ou maintien** selon contextes ;
  - **Reprofilage des talus, confortement mécanique ;**
  - **Aménagement paysagé.**

CONTRAINTES OPERATIONNELLES (1/3)

- **Contamination des matériaux :**
  - **Les scories sont riches en métaux et métalloïdes** (plomb, arsenic notamment) ;
  - **Eviter leur dispersion en cours de chantier** (poussières, ruissellements…) ;
  - **Protéger les intervenants chargés des travaux** (masques, combinaisons…) ;
  - **Protéger les populations** (conception spécifique des travaux, recommandations…).
- **L'instabilité de certaines zones :**
  - **Carneaux** de cheminée ;
  - **Certains dépôts** en bord de mer.

CONTRAINTES OPERATIONNELLES (2/3)

- **Sensibilité environnementale du secteur :**
  - **Site classé, Zone Natura 2000, ZNIEFF, Parc National ;**
  - Présence d'**espèces protégées ;**
  - **Bord de mer** immédiat.

- **Conditions météorologiques** (précipitation, vent…) :
  - **Prévoir des suspensions de chantier pour intempéries** (limiter le ruissellement, les envols de poussières…) ;
  - **Concevoir des aménagements et ouvrages adaptés** (gestion des eaux, …).

CONTRAINTES OPERATIONNELLES (3/3)

- **Difficultés d'accès :**
  - **Etroitesse des accès** (dépôts fond de vallon de l'Escalette, route littorale aux Goudes…) ;
  - **Topographie** (carneaux Escalette, dépôts isolés et talus surplombant la plage de Samena…).

- **Forte fréquentation :** résidents, touristes…
  - **Maintenir l'accès** autant que possible ;
  - **Sécuriser l'intervention** (signalisation routière, informer régulièrement…) ;
  - **Concevoir les aménagements** provisoires et définitifs adaptés.

DEMARCHES EN COURS ET INTERVENANTS

➢ **L'ADEME** (maître d'ouvrage) **a sélectionné** par appel d'offre le **maître d'œuvre du projet** (marché notifié le 14/01/2013).

➢ **Burgéap** (Bureau d'Etudes spécialisé environnement)
+ **sous-traitants :**
- **ECO MED** chargé des aspects écologiques ;
- **ERG** chargé des aspects géotechniques.

➢ **Le Maître d'Œuvre** est chargé :
- De **concevoir l'opération** ;

puis
- D'**assurer sa réalisation** par des entreprises de travaux.

LA PHASE CONCEPTION

➢ **Elle va consister à :**

- **Consolider le choix des zones** de dépôts à gérer ;
- **Déterminer les modalités de gestion** de chaque zone ;
- **Définir dans le détail les solutions techniques** en tenant compte des contraintes multiples ;
- **Réaliser les plans d'exécution** et déterminer **les autorisations** nécessaires aux travaux ;
- **Recueillir les avis, préférences et les autorisations** ;
- **Chiffrer** précisément **l'opération.**

LA PHASE CONCEPTION (2013 - 2014)

- **Elle va se dérouler en <u>deux étapes</u> :**
  (incluant des investigations sur le terrain)

<u>1ère étape</u> : Avant Projet (AVP) : présentation des différentes options de gestion — **10 mois**

→ **Accord des partenaires** — **5 mois**

<u>2ème étape</u> : PROJET (PRO) : conception détaillée du projet en vue de sa réalisation — **5 mois**

→ **Validation technique et financière des partenaires** — **6 à 10 mois**

LA PHASE REALISATION (2015 – 2016)

➢ **Elle va consister à :**

- **Sélectionner les entreprises** et **mettre au point les marchés** de travaux ;
- **Réaliser les travaux :**
  - **durée** prévisionnelle estimée à **8 mois** ;
  - en dehors de la **période estivale**.
- **Réception des travaux** et garantie de parfait achèvement.

ASPECTS FINANCIERS

- **Budget estimé entre 2 et 3 millions d'euros** selon secteurs retenus et nature des travaux ;

- **Phase conception : financement à 100% par l'état** (ministère chargé de l'écologie via l'ADEME) ;

- **Phase réalisation : financement partagé** (Etat, Ville de Marseille, Conseil Général, MPM…).

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Merci de votre attention

A2.7	**Retours d'information sur les usages des eaux**

Marie-Odile KHIAT

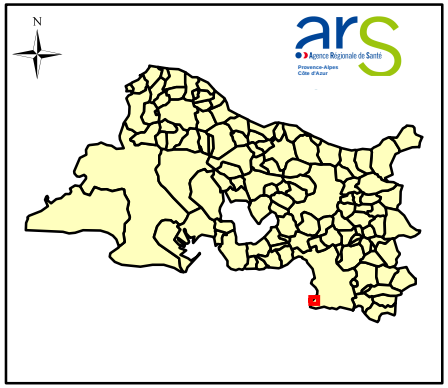
De: TREZZY Claudine <claudine.trezzy@departement13.fr>
Envoyé: lundi 8 janvier 2018 17:02
À: Marine BONNEAU
Objet: demande d'information captage d'eau

Bonsoir,
Vous avez saisi le Département pour une recherche d'information sur d'éventuels captages d'eau dans le périmètre d'étude GINGKO sur Marseille.

En retour, je vous informe qu'il n'y a pas à notre connaissance de captage public d'eau potable dans le périmètre indiqué.
Le seul sur Marseille dont j'ai connaissance est le puits St Joseph dans le quartier du même nom. Mais je pense qu'il se situe à plus de 5 Km de l'emplacement du projet.
Pour les autres (agricoles, privés) je ne dispose pas d'information.

Bien cordialement et meilleurs vœux

Claudine TREZZY
Référent Eau/Chargée du Territoire Berre-Durance
Département des Bouches-du-Rhône
Direction Environnement, Grands Projets, Recherche
Service Environnement et Aménagement du Territoire
Attention, mon adresse e-mail évolue :
claudine.trezzy@departement13.fr
Tel : 04.13.31.64.69
Fax : 04.13.31.16.38



162 av. de la Madrague - Marseille (8ème)- données extraites le 26/12/2017

Légende

Canal de Marseille

Limites communales

0 0,075 0,15 0,3 Kilomètres

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Source : IGN BD-CARTO®, SCAN 25®, ARS PACA - Service Veille, Sécurité et Santé Environnementale

Réalisation : Service Veille, Sécurité et Santé Environnementale

Carte de localisation des captages et périmètres.mxd

A3	**SYNTHESE DES DONNEES HISTORIQUES**

A3.1	**Notes présentées au Conseil d'Hygiène par M.M. MANTE LEGRE et Cie**

NOTES PRÉSENTÉES AU CONSEIL D'HYGIÈNE PAR M.M. MANTE LEGRÈ ET Cie À L'APPUI DE LEUR DEMANDE D'AUTORISATION D'UNE FABRIQUE D'ACIDES SULFURIQUE ET MURIATIQUE À LA MADRAGUE DE MONTREDON.

1° CONSIDÉRATIONS QUI ONT DÉCIDÉ M.M. MANTE LEGRÈ ET CIE A VOULOIR ANNEXER A LEUR ETABLISSEMENT DE MONTREDON UNE FABRIQUE D'ACIDES SULFURIQUE ET MURIATIQUE:

Le but que se proposent M.M. MANTE LEGRÈ & Cie en fabriquant eux-mêmes les Acides Sulfurique et Muriatique dont ils auront besoin pour la production de leur acide tartrique n'est pas seulement, comme on pourrait le penser, d'obtenir le bénéfice du fabricant de produits chimiques et de réaliser l'économie d'une manipulation et d'un transport onéreux sur une marchandise pauvre et encombrante.

En dehors de ce point de vue purement économique, il en est un autre d'un ordre supérieur, que nous indiquons ci-après, c'est celui qui nous a préoccupés le plus vivement.

L'acide Tartrique est un produit alimentaire et aussi un produit pharmaceutique. Il doit donc être livré au commerce dans le plus grand état de pureté. Or, les Acides Sulfurique et Chlorhydrique produits dans les fabriques des environs de Marseille sont bien loin d'être des produits purs. Les Fabricants Marseillais, en effet, n'ont pas besoin de se préoccuper de la pureté de leurs acides puisque leur principal et unique débouché

est la soude et le superphosphate qui peuvent recevoir les acides les plus impurs sans danger pour la santé publique.
Tel n'est pas le cas pour l'acide tartrique. Si l'acide sulfurique contient des oxydes métalliques, oxyde d'antimoine, arsénic, sellenium, des composés nitreux, de l'alumine, tous ces produits s'accumulent dans le cours de la fabrication et rendent l'acide tartrique soit invendable, soit franchement pernicieux.
La préoccupation constante de fabriquer un produit alimentaire irréprochable est donc un des motifs principaux de la décision de M.M. MANTE LEGRE & Cie et c'est pour cela qu'ils se décident d'établir la fabrication de ces deux acides dans une usine placée sous la surveillance et le contrôle constants du même chef qui sera responsable de la fabrication de l'acide tartrique.

2° MATIÈRES PREMIÈRES ET PROCÉDÉS DE FABRICATION -

A ACIDE SULFURIQUE

Nous allons employer pour cette fabrication:

1° Du Soufre natif de Sicile

2° Pyrites de fer

3° Blende (Sulfure de zinc)

Ces matières premières ne seront pas employées simultanément, mais bien successivement et cela suivant la situation commerciale de ces matières premières.
Les réactions chimiques qui président à la production de l'acide

Sulfurique peuvent être exprimées schématiquement par l'équation suivante

1° Dans le cas du Soufre

$$S + O^2 + (H^2O)\ X = SO^4H^2 + (X-1)(H^2O)$$

2° Dans le cas des Pyrites

$$\left.\begin{matrix} FeS^2 \\ FeS^2 \end{matrix}\right\} + 15.O + (H^2O)\ X = 4\ (S\ O^4H^2) + (X-4)\ H^2O + F^2O^3$$

On voit donc que dans le premier cas la fabrication ne laisse aucun résidu ni solide, ni liquide. Dans le deuxième cas (des Pyrites) il reste un résidu solide qui est de l'oxyde de fer, composé absolument neutre, insoluble dans l'eau et lequel sera employé soit dans la métallurgie du fer, soit comme remblai.

Les appareils employés pour la combustion du soufre ou le grillage des pyrites sont constitués par des chambres closes dans lesquelles on produit une aspiration continue de façon à éviter les pressions intérieures des gaz. L'appareil de condensation des vapeurs sulfuriques sera constitué par une série de chambres en plomb mesurant de 3 à 4000 m^3 de capacité intérieure partagée en plusieurs corps réunis en système. Les gaz sortant des chambres en plomb et chargés des composés nitreux seront envoyés dans un très puissant appareil d'absorption des gaz nitreux connu sous le nom de " Colonne de Gay-Lussac ". Il y en aura deux en queue des chambres en plomb et leur hauteur sera

de 12 à 14 Mètres. Une surveillance sera organisée pour que la condensation des vapeurs sulfuriques soit constante et l'absorption des gaz nitreux la plus parfaite possible.

PERTES A PRÉVOIR.

Les gaz résiduels formés uniquement d'azote et quelques pour 100 d'oxigène seront envoyés dans une cheminée de 40 M. de hauteur.

Il a été établi par des expériences positives et sérieuses que les pertes par la cheminée dans la fabrication de l'acide sulfurique peuvent atteindre 3 % du soufre mis en oeuvre sans le dépasser, c'est-à-dire, dans notre cas particulier, si nous projetons une usine devant produire 6.000 Kilogs d'acide sulfurique par jour, c'est donc au maximum 180 Kilogs que nous perdrions avec les gaz inertes par la cheminée.

ACIDE CHLORHYDRIQUE

MATIÈRES PREMIÈRES- PROCÉDÉS DE FABRICATION

Les matières premières sont:

Le Sel marin

L'Acide Sulfurique

Le schema de la réaction chimique est le suivant:

$$(a)\quad \left.\begin{matrix} NaCl \\ NaCl \end{matrix} + \begin{matrix} SO^2 \\ HH \end{matrix}\right\} O^2 = \left.\begin{matrix} SO^2 \\ NaH \end{matrix}\right\} O^2 + NaCl + HCl$$

$$(b)\quad \left.\begin{matrix} NaCl + SO^2 \\ NaH \end{matrix}\right\} O^2 = \left.\begin{matrix} SO^2 \\ Na^2 \end{matrix}\right\} O^2 + HCl$$

La réaction (a) c'est-à-dire la fabrication du bi-sulfate de soude avec production d'acide chlorhydrique se fait à une température relativement basse et l'opération se faisant en vases clos l'acide chlorhydrique est très pur et, par conséquent, sa condensation est aisée et, par suite, complète.

La deuxième phase (b) c'est la réaction du bi-sulfate de soude sur l'autre moitié du sel marin. Elle ne se produit qu'à une température élevée (400 à 500°). De plus, comme pour activer cette opération on est obligé de ringarder souvent la matière, les portes du fourneau étant ouvertes, il s'en introduit un certain volume d'air qui dilue le gaz chlorhydrique et rend sa condensation beaucoup plus difficile.

Dans notre cas particulier nous allons appliquer un four composé d'une cuvette en fonte se trouvant dans une chambre close en maçonnerie.

A la suite de cette cuvette nous établirons une cornue en briques réfractaires chauffée par dessus et par dessous de façon à porter la masse du bi-sulfate de soude et de sel marin à la température de 450° environ.Les gaz provenant de la cuvette

et de la cornue (ou mouffle) seront condensés séparément. L'appareil de condensation sera constitué par des colonnes de refroidissement des gaz, une série de bombonnes et, en dernier lieu, des colonnes arrosées d'eau fraîche pour absorber les dernières traces de gaz. De là les gaz résiduels du mouffle et du foyer sont dirigés dans la cheminée de 40M. où ils rejoindront les fumées du foyer.

PERTES A PRÉVOIR.

Comme nous venons de le dire, il y a à distinguer entre les gaz provenant de la cuvette et ceux du mouffle. La condensation des gaz de la cuvette étant parfaite, la perte provenant de ce chef ne doit pas atteindre 1 pour % de l'acide chlorhydrique mis en oeuvre. Quant aux gaz provenant du mouffle les mesures constructives seront prisesde telle manière que la perte ne dépasse pas 5 pour % de l'acide chlorhydrique mis en oeuvre.

En résumé, sur 6000 Kilogs d'acide chlorhydrique que nous aurions à produire nous aurions:

sur 3.000 K. 1% de perte soit 30 Kilogs

sur 3.000 K. 5% de perte soit150 Kilogs

Ce qui nous donne par jour 180Kilogs de perte par la grande cheminée.

Nous venons d'exposer très sommairement, mais très clairement, ce que nous voulons faire et comment nous voulons procéder en établissant les deux fabrications d'acides auxiliaires.

L'expérience personnelle que nous avons de ces industries peut servir de garanties pourtout ce qui concerne la partie technique ou scientifique de ces deux fabrications. Rien ne sera négligé pour rendre la fabrication parfaite aussi bien au point de vue industriel qu'à celui de l'hygiène publique.

On voit de cet exposé que l'usine projetée ne donne lieu à la production d'aucun résidu liquide qui pourrait polluer les eaux de la mer. Si nous n'employons que du soufre pour la fabrication de l'acide sulfurique il n'y aura ni liquide, ni solide. Il n'y aurait donc que la nocuité des gaz quittant la grande cheminée qui pourrait être discutée. Un peu de réflexion nous fera voir qu'en admettant les chiffres établis plus haut comme pertes probables, les gaz qui quitteront la cheminée jouiront d'une inocuité absolue.

En effet, la cheminée de 40 m. va recevoir les produits de combustion de 4 Tonnes de charbon de houille exigeant pour leur combustion 60.000 m^3 d'air dans les 24 Heures. Ajoutons à cela 15000 m^3 de gaz inertes provenant des appareils à acide sulfurique et 6000 m^3 de sources diverses, nous obtiendrons un volume d'environ 80000. m^3 Les 360 Kos de pertes donnés par la fabrication des acides sulfurique et chlorhydrique seront dilués dans 80000 m^3

d'air soit 4 Gr.1|2 par mètre cube à la sortie de la cheminée. D'un autre côté, réfléchissons à la quantité de gaz qui sortent des cheminées des grandes usines, comme, par exemple, les Raffineries St Charles, de Saint Louis, l'Usine de M.M. Fournier Fils, etc.

A la Raffinerie Saint Charles et à l'usine de M.M. Fournier on brûle 200 Tonnes de charbon par jour contenant 1 pour % et1|2 de soufre à l'état de pyrites. Admettons que 1|2 % reste dans les cendres à l'état de sulfate, ces cheminées lancent en pleine ville 2.000 K. de soufre à l'état d'acide sulfureux, soit 6000 d'acide sulfurique, juste la quantité que nous produirions et condenserions à Montredon.

Gladyss

Ingr Directeur
du Usine de Mr Mart,
Legal Cie.

A3.2	**Documents historiques fournis par la Préfecture**

PREFECTURE
DES BOUCHES-DU-RHONE

DIRECTION DE
L'ADMINISTRATION GENERALE

Bureau des Installations
Classées et de l'Environnement

REPUBLIQUE FRANÇAISE

Marseille, le 14 OCT. 1992

M'champeré

Dossier suivi par : M. PASTOR

N° 92-124/65-1992

A R R E T E

imposant des prescriptions complémentaires à la Société LEGRE-MANTE à MARSEILLE pour le contrôle des rejets aqueux

---

LE PREFET DE LA REGION PROVENCE, ALPES, COTE D'AZUR
PREFET DES BOUCHES-DU-RHONE
COMMANDEUR DE LA LEGION D'HONNEUR

VU la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, modifiée par la loi n° 92-646 du 13 juillet 1992,

VU le décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977, modifié par le décret n° 85-453 du 23 avril 1985,

VU la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution (articles 2, 6, 9, 21 et 23),

VU le décret n° 87-279 du 16 avril 1987 relatif aux conditions d'application aux installations classées pour la protection de l'environnement de la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux,

VU les arrêtés des 13 avril 1888 et 11 janvier 1982 autorisant les activités de la Société LEGRE MANTE à MARSEILLE (13008),

VU le rapport du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement du 22 juin 1992,

VU l'avis du Conseil Départemental d'Hygiène du 15 juillet 1992,

.../...

TELEPHONE : 91.57.20.00. - 13259 MARSEILLE CEDEX 6

CONSIDERANT qu'il y a lieu d'imposer des prescriptions particulières en vue de permettre un meilleur contrôle des rejets aqueux conforme à la circulaire du 28 mars 1988 du Ministre de l'Environnement,

SUR la proposition du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,

A R R E T E

ARTICLE 1er.

L'article 3-1-6° de l'arrêté préfectoral du 11 janvier 1982 est remplacé par l'article suivant :

- l'exploitant devra procéder chaque jour sur le rejet dans le réseau après homogénéisation et chaque semaine sur les autres rejets aux contrôles de la qualité des eaux rejetées.

A cette fin, il sera procédé à partir d'un échantillon moyen sur 24 h prélevé sur**chacun des trois rejets aux mesures suivantes :** PH, MEST, DCO, température, et sulfates uniquement le réseau. Les mesures de DBO5 seront effectuées selon les instructions de l'Inspecteur des Installations Classées. Les résultats de ces contrôles et les mesures de débits devront être transmis à la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement mensuellement selon le tableau joint au présent arrêté; ils devront parvenir à l'Inspecteur des Installations Classées avant la fin du mois suivant.

Sur demande de l'Inspecteur des Installations Classées, les contrôles journaliers pourront être étendus aux autres rejets. Les mesures résultant de ces contrôles journaliers seront portées sur un registre, tenu à la disposition de l'Inspecteur des Installations Classées.

- Des contrôles inopinés des rejets liquides par un organisme agréé auront lieu annuellement, les frais seront à la charge de l'exploitant, leur fréquence pourra être augmentée par l'Inspecteur des Installations Classées.

- Chaque exutoire d'eau sera muni d'un échantillonneur asservi au débit et d'un débitmètre totaliseur.

ARTICLE 2 -

L'exploitant devra en outre se conformer aux dispositions :

a) du Livre II du Code du Travail sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs,

b) du décret du 10 juillet 1913 sur les mesures générales de protection et de salubrité applicables dans tous les établissements industriels ou commerciaux,

c) du décret du 14 novembre 1988 sur la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques.

ARTICLE 3 -

L'établissement sera soumis à la surveillance de la Police, de l'Inspection des Services d'Incendie et de Secours, de l'Inspection des Installations Classées et de l'Inspection du Travail.

Des arrêtés complémentaires pourront fixer toutes prescriptions additionnelles que la protection des intérêts mentionnés à l'article ler de la loi du 19 juillet 1976 rend nécessaires ou atténuer celles de ces prescriptions primitives dont le maintien ne sera plus justifié.

ARTICLE 4.

En cas d'infraction à l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions prévues par les dispositions de l'article 23 de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.

ARTICLE 5.

Une copie du présent arrêté devra être tenue au siège de l'exploitation à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Un extrait du présent arrêté restera affiché en permanence de façon visible dans l'établissement.

ARTICLE 6.

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 7.

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône
- Le Maire de MARSEILLE,
- Le Chef du Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de la Protection Civile,
- Le Commandant du Bataillon des Marins Pompiers de Marseille,
- Le Directeur du Service Maritime des Bouches-du-Rhône,
- Le Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement,
- Le Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales,
- Le Directeur Départemental du Travail et de l'Emploi,
- Le Directeur Départemental de l'Agriculture et de la Forêt,
- Le Directeur Départemental de l'Equipement,

et toutes les autorités de Police et de Gendarmerie,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté dont un extrait sera affiché et un avis publié, conformément aux dispositions de l'article 21 du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977.

MARSEILLE, le 14 OCT. 1992

POUR COPIE CONFORME
LE DIRECTEUR,

Daniel GARNIER

Pour le PRÉFET

Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône

Pierre BAYLE

/DB n°415
GRE MANTE

CONTROLE DES REJETS LIQUIDES

ANNEE :

MOIS	REJETS CANAL DE MARSEILLE (4)				REJETS RESEAU d'ASSAINISSEMENT									
					Après bassin homogénéisation (3)					Après station de traitement (1)				
	Débit m3/h	MES mg/l	DCO mg/l	PH %	Débit (1+3)	MES	DCO	Sulfate	PH	Débit (1+3)	MES	DCO	Sulfate	PH
Valeur limite de l'A.P.	130	30	90	5,5 à 8,5	10 m3/h	1000	-	500	5 à 9	10 m3/h	1000	-	500	5 à 9

Signature :

Rejet 1 et 3 : contrôle hebdomadaire
Rejet 4 : moyenne des contrôles journaliers
Ph : % des valeurs hors normes
Mesures DBO5 : rejet 4 : mg/l
max : 30 mg/l

OBSERVATIONS

PREFECTURE
DES BOUCHES-DU-RHONE

DIRECTION DES
COLLECTIVITES LOCALES
ET DU CADRE DE VIE

Bureau de l'Environnement

)ossier suivi par : Mme LE PAPE
él. : 04.91.15.61.56
_P/AMC
.° 98-98/28-1998 A

REPUBLIQUE FRANCAISE

ARRETE

Imposant des prescriptions complémentaires
à la Société LEGRE MANTE
à MARSEILLE

LE PREFET DE LA REGION PROVENCE, ALPES, COTE D'AZUR,
PREFET DES BOUCHES-DU-RHONE,
OFFICIER DE LA LEGION D'HONNEUR,

VU la loi n° 76-663 du 19 Juillet 1976 modifiée relative aux Installations Classées pour la protection de l'Environnement,

VU la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau,

VU le décret n° 77-1133 du 21 Septembre 1977 modifié et notamment son article 18,

VU les arrêtés préfectoraux n° 29-1980 A du 11 janvier 1982, n° 92-124/65-1992 du 14 octobre 1992 et n° 96-275/61-1996 A du 30 octobre 1996,

VU le rapport du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement du 5 février 1998,

VU l'avis du Conseil Départemental d'Hygiène du 12 mars 1998,

VU les observations de la Société LEGRE MANTE en date du 8 avril 1998,

VU le rapport du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement en date du 12 juin 1998,

CONSIDERANT qu'il y a lieu d'imposer des prescriptions complémentaires à la Société à son usine de fabrication d'acide tartrique à MARSEILLE,

SUR PROPOSITION du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches du Rhône,

.../...

ARRETE

ARTICLE 1 : Pollution de l'eau

a) la société LEGRE MANTE qui exploite une usine de fabrication d'acide tartrique au 185, avenue de la Madrague de Montredon - MARSEILLE 8ème, doit transmettre, avant le 1er juin 1998, à l'inspecteur des Installations Classées une étude technique et économique relative à l'aménagement d'une station de traitement des eaux industrielles.

b) Les solutions proposées dans cette étude devront tenir compte d'une part de l'efficacité des techniques disponibles et de leur économie, d'autre part, de la qualité, de la vocation et de l'utilisation des milieux environnants ainsi que de la gestion équilibrée de la ressource en eau.

c) Les eaux résiduaires rejetées dans le réseau d'assainissement de la ville de Marseille devront respecter après traitement l'un des deux objectifs définis par le tableau ci-après :

	Objectif 1	Objectif 2	
Paramètre	Rendement minimum en % de la station d'épuration	Rendement minimum en % de la station d'épuration	Concentration maximale mg/l
MES	95	90	100
DBO5	95	90	100
DCO	95	85	300

d) L'exploitant fournira pour la même date du 1er juin 1998, une étude technico-économique sur le traitement des eaux dans une station d'épuration existante permettant de respecter les normes susvisées. Cette étude devra définir précisément les améliorations à mettre en place pour réduire les volumes des rejets à traiter.

ARTICLE 2 : Réhabilitation de la parcelle A

a) La parcelle A, définie à l'article A de l'arrêté préfectoral complémentaire n° 96-275/61-1996 A au 30 octobre 1996 imposant une étude des sols, doit être réhabilitée dans un délai de trois ans à compter de la parution du présent arrêté préfectoral.

b) Cette réhabilitation sera réalisée suivant les modalités suivantes :

- Avant le 1er juin 1998, transmission à l'inspecteur des Installations Classées d'un document définitif présentant les travaux envisagés sur la parcelle A et respectant les propositions exposées dans le rapport ANTEA n° AO9746 de juin 1997. Il devra préciser les zones décapées, le devenir des terres polluées, les zones de confinement, la vocation future des terrains, et l'échéancier prévisible de ces travaux.

- Au cours des travaux, l'Inspecteur des Installations Classées sera informé des différentes étapes de la réhabilitation, des difficultés rencontrées et des résultats obtenus.

- Dans un délai de deux mois suivant la fin des travaux, un document de synthèse sera transmis à l'Inspecteur des Installations Classées. Ce document exposera le bilan global des opérations, les propositions de surveillance du site jugées nécessaires ainsi que les servitudes à mettre en place pour protéger les intérêts mentionnées à l'article 1 de la loi du 19 juillet 1976.

ARTICLE 3

L'établissement sera soumis à la surveillance de la Police, de l'Inspection des Services d'Incendie et de Secours, de l'Inspection des Installations Classées et de l'Inspection du Travail.

Des arrêtés complémentaires pourront fixer toutes les prescriptions additionnelles que la protection des intérêts mentionnés à l'article 1er de la loi du 19 Juillet 1976 modifiée rend nécessaire ou atténuer celles des prescriptions primitives dont le maintien ne sera plus justifié.

ARTICLE 4

En cas d'infraction à l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions prévues par les dispositions de l'article 23 de la loi n° 76-663 du 19 Juillet 1976 modifiée relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE 5

Une copie du présent arrêté devra être tenue au siège de l'exploitation à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Un extrait du présent arrêté restera affiché en permanence de façon visible dans l'établissement.

ARTICLE 6

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 7

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,
- Le Maire de MARSEILLE,
- Le Chef du Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de la Protection Civile,
- Le Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement,
- Le Directeur Régional de l'Environnement,
- Le Directeur Départemental du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle,
- Le Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales,
- Le Directeur Départemental de l'Equipement,
- Le Chef du Bataillon des Marins Pompiers de MARSEILLE,

et toutes autorités de Police et de Gendarmerie,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté dont un extrait sera affiché et un avis publié conformément aux dispositions de l'article 21 du décret n° 77-1133 du 21 Septembre 1977 modifié.

MARSEILLE, le 22 JUIN 1998

UR COPIE CONFORME
par délégation
Chef de Bureau,

M. Juve

artine INVERNON

PREFECTURE DES BOUCHES-DU-RHONE

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général

Pierre SOUBELET

PREFECTURE
DES BOUCHES-DU-RHONE

DIRECTION DES
COLLECTIVITES LOCALES
ET DU CADRE DE VIE

Bureau de l'Environnement

Dossier suivi par : Mme LE PAPE
Tél. : 04.91.15.61.56
ILP/AMC
N° 98-239/28-1998 A

REPUBLIQUE FRANCAISE

28.12.98

ARRETE

Imposant des prescriptions complémentaires à la Société LEGRE MANTE à MARSEILLE

LE PREFET DE LA REGION PROVENCE, ALPES, COTE D'AZUR,
PREFET DES BOUCHES-DU-RHONE,
OFFICIER DE LA LEGION D'HONNEUR,

VU la loi n° 76-663 du 19 Juillet 1976 modifiée relative aux Installations Classées pour la protection de l'Environnement,

VU la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau,

VU le décret n° 77-1133 du 21 Septembre 1977 modifié et notamment son article 18,

VU les arrêtés préfectoraux n° 29-1980 A du 11 janvier 1982, n° 92-124/65-1992 du 14 octobre 1992, n° 96-275/61-1996 A du 30 octobre 1996 et n° 98-98/28-1998 A du 22 juin 1998,

VU les rapports du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement des 12 juin et 7 septembre 1998,

VU l'avis du Conseil Départemental d'Hygiène du 8 octobre 1998,

CONSIDERANT qu'il y a lieu d'imposer des prescriptions complémentaires à la Société au titre de son usine de fabrication d'acide tartrique à MARSEILLE,

SUR PROPOSITION du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches du Rhône,

../...

ARRETE

ARTICLE 1

a) la société LEGRE MANTE qui exploite une usine de fabrication d'acide tartrique au 185, avenue de la Madrague de Montredon - MARSEILLE 8ème, doit transmettre, avant le 1er juin 1999, à l'inspecteur des Installations Classées une étude technique et économique permettant d'évaluer la nature des nuisances et risques encourus par l'environnement du fait de l'activité industrielle ancienne sur un conduit de cheminée maçonné jusqu'au sommet de celle-ci.

ARTICLE 2

Cette étude technique devra permettre de satisfaire aux objectifs suivants :

- 1°) Détermination et repérage des secteurs du site concernés par cet ouvrage.

- 2°) Détermination quantitative et qualitative des principaux agents polluants.

- 3°) Détermination des solutions de réhabilitation ou de mise en sécurité en prenant en compte les contraintes réglementaires existantes (règlement d'urbanisme, sites classés des calanques, etc...).

ARTICLE 3

L'établissement sera soumis à la surveillance de la Police, de l'Inspection des Services d'Incendie et de Secours, de l'Inspection des Installations Classées et de l'Inspection du Travail.

Des arrêtés complémentaires pourront fixer toutes les prescriptions additionnelles que la protection des intérêts mentionnés à l'article 1er de la loi du 19 Juillet 1976 modifiée rend nécessaire ou atténuer celles des prescriptions primitives dont le maintien ne sera plus justifié.

ARTICLE 4

En cas d'infraction à l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions prévues par les dispositions de l'article 23 de la loi n° 76-663 du 19 Juillet 1976 modifiée relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE 5

Une copie du présent arrêté devra être tenue au siège de l'exploitation à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Un extrait du présent arrêté restera affiché en permanence de façon visible dans l'établissement.

../...

ARTICLE 6

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 7

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,
- Le Maire de MARSEILLE,
- Le Chef du Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de la Protection Civile,
- Le Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement,
- Le Directeur Régional de l'Environnement,
- Le Directeur Départemental du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle,
- Le Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales,
- Le Directeur Départemental de l'Equipement,
- Le Chef du Bataillon des Marins Pompiers de MARSEILLE,

et toutes autorités de Police et de Gendarmerie,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté dont un extrait sera affiché et un avis publié conformément aux dispositions de l'article 21 du décret n° 77-1133 du 21 Septembre 1977 modifié.

MARSEILLE, le 28 DÉC 1998

POUR COPIE CONFORME
par délégation
Le Chef de Bureau,

p/o I. Le Pape

PRÉFECTURE DES BOUCHES-DU-RHÔNE
DIRECTION DES COLLECTIVITÉS LOCALES ET DU CADRE DE VIE

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général

Pierre SOUBELET

PREFECTURE
DES BOUCHES-DU-RHONE

DIRECTION DES COLLECTIVITES LOCALES
ET DU CADRE VIE

Bureau de l'Environnement

Dossier suivi par : Mme MARTINS
☎ 04.91.15.64.67
n° 2003-182/63-2003 A

République Française

MARSEILLE, le 11 JUIL. 2003

RAR

A R R E T E

imposant des prescriptions complémentaires à la Société LEGRE MANTE à MARSEILLE (8ème)

**LE PREFET DE LA REGION PROVENCE, ALPES, COTE D'AZUR,
PREFET DES BOUCHES-DU-RHONE,
OFFICIER DE LA LEGION D'HONNEUR,**

VU le Code de l'Environnement, Livre V, Titre 1er,

VU le décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 modifié et notamment son article 18,

VU l'arrêté n° 98-239/28-1998 A du 28 décembre 1998 imposant à la Société LEGRE MANTE la réalisation d'une étude technique permettant d'évaluer la nature des nuisances et des risques encourus par l'environnement par la présence d'un conduit de cheminée,

VU le rapport du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement du 16 avril 2003,

VU l'avis du Conseil Départemental d'Hygiène du 15 mai 2003,

VU les observations formulées par la Société le 13 juin 2003,

VU l'avis du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement du 24 juin 2003,

CONSIDERANT les dangers que présente le conduit de cheminée en cause et qu'il est, par conséquent, nécessaire de le mettre en sécurité,

SUR la proposition du Secrétaire Général de la Préfecture des BOUCHES-du-RHONE,

A R R E T E

ARTICLE 1er

La Société LEGRE MANTE dont le siège social est situé au 195, avenue de la Madrague de Montredon à MARSEILLE (8ème), est tenue de mettre en place toutes les dispositions pour mettre en sécurité un conduit de cheminée maçonnée jusqu'au sommet de celle-ci. Il sera en particulier procéder, dans un délai de **15 jours** à compter de la notification du présent arrêté, à la pose d'une signalisation suffisante pour informer le public des dangers que présente cet ouvrage.

ARTICLE 2

Dans un délai de **trois mois** à compter de la notification du présent arrêté, l'exploitant présentera la solution de réhabilitation retenue accompagnée d'un échéancier de réalisation de travaux.

ARTICLE 3

L'exploitant devra en outre se conformer aux dispositions :

a) du Livre II du Code du Travail sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs,

b) du décret du 10 juillet 1913 sur les mesures générales de protection et de salubrité applicables dans tous les établissements industriels ou commerciaux,

c) du décret du 14 novembre 1988 sur la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.

ARTICLE 4

En cas de non-respect de l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions prévues par les dispositions de l'article L.514-1 du Code de l'Environnement sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE 5

Une copie du présent arrêté devra être tenue au siège de l'exploitation à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Un extrait du présent arrêté restera affiché en permanence de façon visible dans l'établissement.

ARTICLE 6

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 7

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des BOUCHES-du-RHONE
- Le Maire de MARSEILLE
- Le Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
- Le Chef du Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de la Protection Civile
- Le Directeur Départemental du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle
- Le Directeur Départemental de l'Equipement
- Le Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales
- Le Directeur Départemental de l'Agriculture et de la Forêt
- Le Commandant du Bataillon des Marins Pompiers de MARSEILLE

et toutes autorités de Police et de Gendarmerie

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté dont un avis sera publié et un extrait affiché conformément aux dispositions de l'article 21 du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977 modifié.

POUR COPIE CONFORME
par délégation
Le Chef de Bureau,

Martine INVERNON

MARSEILLE, le 11 JUIL. 2003

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général

Emmanuel BERTHIER

PRÉFECTURE
DES BOUCHES-DU-RHONE

DIRECTION DE
L'ADMINISTRATION COMMUNALE
ET DE L'ENVIRONNEMENT
4ème BUREAU

Dossier suivi par :
Mme DU BOUSQUET

n° 29-1980 A

REPUBLIQUE FRANCAISE

MARSEILLE

29 JAN 1982

REG N°

MARSEILLE, le 11 janvier 1982.

ARRETE

relatif aux prescriptions applicables
à l'usine de traitement des lies de vin
de la Société Française des Produits Tartriques
MANTE à Marseille

LE PREFET DE LA REGION PROVENCE, ALPES, COTE D'AZUR,
PREFET DES BOUCHES-du-RHONE,

VU la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976, relative aux installations classées pour la Protection de l'Environnement,

VU le décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977,

VU l'arrêté préfectoral en date du 13 avril 1888 autorisant la Société Française des Produits Tartriques MANTE à exploiter une usine de traitement des lies de vin pour la fabrication de produits tartriques à Marseille (8ème) 195, avenue de la Madrague de Montredon,

VU la demande formulée par la Société susvisée en vue d'apporter des modifications à la dite usine,

VU le rapport du Directeur Interdépartemental de l'Industrie Provence, Alpes, Côte d'Azur et Corse en date du 30 septembre 1981,

VU l'avis du Conseil Départemental d'Hygiène en date du 18 novembre 1981,

CONSIDERANT que les activités développées dans l'usine de traitement des lies de vin pour la fabrication de produit tartriques exploitée par la Société Française des Produits Tartriques MANTE, sont à l'origine de nuisances pour le voisinage,

CONSIDERANT qu'il y a lieu, en conséquence, de fixer de nouvelles prescriptions techniques visant l'ensemble des installations actuelles et destinées à supprimer ou réduire ces nuisances (pollution des eaux, de l'air, bruits et déchets),

SUR la proposition du Secrétaire Général des Bouches-du-Rhône,

.../...

1281

Arrête :

ARTICLE 1er.- L'arrêté préfectoral d'autorisation du 13 avril 1888 est abrogé.

ARTICLE 2.- La Société Française des Produits Tartriques MANTE qui fabrique à Marseille (8ème) 195, avenue de la Madrague de Montredon des produits tartriques par le traitement des lies de vin est autorisée à poursuivre ses activités.

L'usine en cause qui présente une capacité de production de 3.500 à 4.000 T d'acide tartrique contenu se compose :

- d'un atelier de préparation de la matière première : 2 broyeurs à marteaux, 2 fours rotatifs de séchage à fluide caloporteur,

- d'un atelier de fabrication d'acide tartrique : cuves d'empatage, de neutralisation et de décomposition, filtre rotatif et filtre à bande sous vide,

- d'un atelier de concentration de l'acide et des sels : 3 colonnes échangeuses d'ions, 6 évaporateurs, 24 granulateurs et 3 filtres-presses,

- d'un atelier de conditionnement : 1 four rotatif de séchage, un tamisage-broyage avec ensachage.

Les rubriques visées à la nomenclature des installations classées concernent les numéros 89, 153 bis et 253.

ARTICLE 3.- Cette autorisation est subordonnée au respect des prescriptions suivantes :

I - Prévention de la pollution des Eaux -

1°) Le réseau de collecte de l'usine devra être modifié de manière à séparer les eaux pas ou peu polluées, utilisées principalement au refroidissement des installations des eaux de procédé fortement chargées.

Les premières seront rejetées dans le trop plein du canal de Marseille et les secondes dans le réseau d'assainissement de la Ville de Marseille, sous réserve du respect des conditions fixées ci-après.

2°) Les eaux chargées, comprenant les eaux des sanitaires, les eaux de procédé, les purges de déconcentration ..., seront, avant déversement à l'égoût, recueillies dans un bassin tampon de 50 m3 de capacité au moins, destiné à éliminer les pointes de débit et à homogénéiser l'effluent.

.../...

3°) L'ouvrage d'évacuation des eaux issues de la capacité tampon sera aménagé pour permettre ou faciliter l'exécution de prélèvements.

Il sera en outre équipé d'un dispositif permettant la mesure et la totalisation du débit.

La capacité tampon sera également pourvue d'une vanne automatique asservie au débit-mètre.

4°) Le raccordement au réseau de la ville d'une part, et les travaux et aménagements énumérés aux points 1, 2 et 3 ci-avant d'autre part, devront être respectivement achevés pour le 1er Janvier 1982 et le 1er avril 1982.

Avant cette dernière date, un plan du réseau interne de l'usine devra être remis à l'Inspecteur des Installations Classées

5°) Sans préjudice des dispositions particulières régissant les rapports entre l'exploitant et les gestionnaires du réseau d'assainissement urbain et du canal de Marseille, l'effluent rejeté devra posséder au maximum les caractéristiques ci-après, en moyenne hebdomadaire et sans décantation préalable :

	Rejet dans le canal de Marseille	Rejet dans le réseau d'assainissement
Débit	130 m3/h	10 m3/h (à terme)
M E S T	30 mg/l	1000 mg/l
P H	5,5 à 8,5	5 à 9
Sulfates	-	500 mg/l
D C O	90 mg/l	-
D B O 5	30 mg/l	-
température inférieure à :	-	30°

6°) L'exploitant devra procéder chaque semaine au moins sur le rejet dans le réseau et chaque mois au moins sur le rejet dans le canal, au contrôle de la qualité des eaux rejetées. A cette fin, il sera déterminé à partir d'un échantillon moyen sur 24 heures prélevé sur chaque rejet : PH, MEST, DCO et température ainsi que sulfate pour le rejet dans le réseau. D'autre part, des mesures de la DBO5 seront effectuées en accord avec l'Inspecteur des Installations classées.

.../...

Les résultats de ces contrôles et les mesures de débits devront être consignés dans un registre spécial et adressée mensuellement à la Direction Interdépartementale de l'Industrie.

En cas de dépassement des seuils fixés ou de difficultés particulières, l'Inspecteur des Installations Classées pourra augmenter la périodicité de ces contrôles.

7°) Toutes mesures devront être prises pour réduire la consommation en eau de l'établissement. Les circuits de réfrigération ouverts devront être remplacés au fur et à mesure des possibilités par des circuits fermés ou semi-fermés, répondant aux objectifs fixés par la circulaire ministérielle du 10 août 1979, relative à la conception des circuits de réfrigération en vue de prévenir la pollution de l'eau.

Il conviendra en particulier :

- à défaut d'une réutilisation directe de l'eau en fabrication, de mettre en place sur le lavage des gaz du torréfacteur, un recyclage en circuit semi-fermé.

- de réutiliser au maximum les eaux de régénération des résines (empatage, préparation du chlorure de calcium), la partie non utilisable chargée en hydroxydes étant renvoyée sur le bassin-tampon.

8°) Le déversement direct en mer sur le rivage de la plage de l'anse sans nom d'eaux autres que les eaux pluviales, devra être supprimé pour le 1er juin 1982 au plus tard. Les communications entre le réseau des eaux résiduaires et le réseau pluvial devront être définitivement condamnées.

9°) Les réservoirs d'hydrocarbures liquides aériens, les réservoirs d'acide chlorhydrique et sulfurique ainsi que tous les bacs-tampons, réacteurs... contenant des solutions ou suspensions qui présentent une certaine agressivité et dont la liste sera établie en accord avec l'Inspecteur des Installations Classées, devront être contenus à l'intérieur de cuvettes de rétention étanches, de capacité suffisante pour contenir le volume du plus grand des réservoirs concernés. Pour les hydrocarbures cette capacité devra être également dimensionnée pour contenir 50 % du volume total des réservoirs inclus dans la cuvette.

II - <u>Prévention de la Pollution de l'air</u>.

1°) La puissance maximale utilisée simultanément dans la chaufferie et exprimée en pouvoir calorifique inférieur de combustible consommé, ne devra pas excéder 8.000 th/h.

2°) La hauteur du conduit de cheminée devra être de 37 m au moins pour une combustion au fuel lourd n° 2 ordinaire.

3°) La vitesse d'éjection des gaz au débouché de la cheminée devra être portée à 9 m/s au moins.

4°) L'équipement et l'exploitation des installations thermiques de la chaufferie devront être rendus conformes aux dispositions de l'arrêté du 20 juin 1975, relatif à la réduction de la pollution atmosphérique et aux économies d'énergie.

5°) Le lavage des gaz du torréfacteur devra être suffisamment efficace pour que l'installation ne soit à l'origine d'aucune émission ou odeur susceptible d'incommoder le voisinage.

6°) Le dépoussiérage du broyage, du transport pneumatiqu et du séchoir, réalisé sur filtres textiles et chambre de sédimentation, devra présenter des performances telles que les émissions pondérales soient inférieures à 30 mg/Nm3.

7°) Tous les équipements et travaux nécessaires au respect des conditions imposées dans le présent article devront être mis en place et réalisés avant la fin de l'année 1982.

III - Prévention du bruit -

1°) Les installations de l'établissement seront équipées et exploitées de façon que leur fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits ou vibrations susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou constituer une gêne pour sa tranquillité.

Les prescriptions de l'Instruction Ministérielle du 21 juin 1976, relative aux bruits des installations relevant de la loi sur les installations classées pour la protection de l'environnement leur sont applicables.

2°) Le critère de niveau de bruit limite ambiant transmis par voie aérienne et perçu à l'extérieur de locaux habités ou occupés par des tiers est fixé à :

. 55 dB (A) en période de jour (7 h - 20 h),
. 50 dB (A) en période intermédiaire (6 h - 7 h et 20 h - 22 h),
. 45 dB (A) en période de nuit (22 h - 6 h).

3°) L'Inspecteur des Installations Classées pourra demander que des contrôles de la situation acoustique soient effectués par un organisme ou une personne qualifiée dont le choix sera soumis à son approbation.

IV - Déchets d'exploitation :

1°) Le sulfate de chaux hydraté constituant le sous-produit fatal de la fabrication de l'acide tartrique et obtenu après filtration sous vide sera entièrement récupéré.

Il en sera de même pour le noir végétal de la décoloration qui, s'il n'est pas réintroduit en fabrication, devra être éliminé avec le sulfate de chaux.

Tout rejet en mer après dilution sera interdit au-delà du 1er juin 1982.

2°) A défaut d'une réutilisation possible à des fins agricoles ou autres et sous réserve d'être pelletables, ces déchets pourront être éliminés en décharge contrôlée ordinaire ou utilisés après mélange avec d'autres inertes comme matériaux de remblais.

3°) Les conditions d'élimination ou de réutilisation de ces déchets devront être portées à la connaissance de l'Inspecteur des Installations Classées.

L'exploitant devra lui adresser chaque trimestre, à cette fin, un état récapitulatif des quantités sorties de l'usine faisant apparaître l'identité du transporteur ainsi que le lieu et le mode d'élimination.

ARTICLE 4.- Toute modification apportée à ces installations, à leur mode d'utilisation ou à leur voisinage et de nature à entraîner un changement notable de la situation présente doit être portée, avant sa réalisation, à la connaissance du Préfet avec tous les éléments d'appréciation.

ARTICLE 5.- L'exploitant devra, en outre, se conformer aux dispositions :

a/ du Livre II du Code du Travail sur l'Hygiène et la sécurité des travailleurs,

b/ du décret du 10 juillet 1913 sur les mesures générales de protection et de salubrité applicables dans tous les établissements industriels ou commerciaux,

c/ du décret du 14 Novembre 1962 sur la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques.

ARTICLE 6.- L'établissement sera soumis à la surveillance de la Police, de l'Inspection des Services d'Incendie et de Secours, de l'Inspection des Installations classées et de l'Inspection du Travail. Il sera tenu à l'exécution de toutes mesures que l'administration jugerait nécessaire d'ordonner dans l'intérêt de la sécurité et de la salubrité publiques.

ARTICLE 7.- En cas d'infraction à l'une des dispositions qui précèdent, la présente autorisation pourra être suspendue sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE 8.- La présente autorisation ne dispense pas l'exploitant de l'obligation de demander toutes autorisations administratives prévues par des textes autres que la loi du 19 juillet 1976.

Une copie du présent arrêté devra être tenue au siège de l'exploitation, à la disposition des autorités chargées d'en contrôle l'exécution. Un extrait de cet arrêté sera affiché en permanence et de façon visible, dans l'établissement.

ARTICLE 9.- Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 10.- Le Secrétaire Général des Bouches-du-Rhône, le Sous-Préfet, Directeur Départemental de la Sécurité Civile, le Maire de Marseille, Ministre d'Etat, Ministre de l'Intérieur et de la Décentralisation, le Directeur Interdépartemental de l'Industrie, le Directeur Départemental du Travail et de l'Emploi, l'Inspecteur Départemental des Services d'Incendie et de Secours et toutes autorités de Police et de Gendarmerie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté dont un extrait sera publié et affiché conformément aux dispositions de l'article 21 du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977.

PREFECTURE DES BOUCHES DU RHONE

Pour copie conforme
Le Chef de Bureau

Mathilde FERRERO

MARSEILLE, le 11 JAN. 1982

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général Adjoint,

Marc FERRUA

DESTINATAIRES :

- M. le Maire de Marseille
  Ministre d'Etat, Ministre
  de l'Intérieur et de la
  Décentralisation
  " aux fins utiles "
- M. le Sous-Préfet, Directeur
  Départemehtal de la
  Sécurité Civile
- M. le Directeur Interdépartemental
  de l'Industrie
- M. l'Inspecteur Départemental des
  Services d'Incendie et de Secours
  des Bouches-du-Rhône
- M. le Directeur Départemental de
  l'Equipement des BBouches-du-Rhône
- M. le Directeur Départemental des
  Affaires Sanitaires et Sociales
  des Bouches-du-Rhône
- M. le Directeur Départemental du Travail
  et de l'Emploi des Bouches-du-Rhône
- M. le Directeur Départemental de l'Agriculture
  des Bouches-du-Rhône

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DES BOUCHES-DU-RHÔNE

DIRECTION DES COLLECTIVITÉS LOCALES
ET DU CADRE DE VIE

BUREAU DE L'ENVIRONNEMENT

Dossier suivi par : Madame LANGRY
☎ 04.91.15.61.56.
NL/BN
N° 2002-272/128-2002 A

Marseille, le 13 DÉC 2002

→ JL RHUC

2/1/03

ARRÊTÉ

imposant des prescriptions complémentaires à la Société LEGRE MANTE à MARSEILLE (13008)

**LE PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE, ALPES, CÔTE D'AZUR,
PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE,
OFFICIER DE LA LÉGION D'HONNEUR,**

VU le Code de l'Environnement et notamment le Titre 1er de son Livre V,

VU le décret n° 77-1133 du 21 Septembre 1977 modifié, relatif aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement,

VU l'arrêté préfectoral n° 99-217 du 10 Août 1999 de prescriptions complémentaires à la Société LEGRE MANTE - 195, Avenue de la Madrague de Montredon à MARSEILLE (13008),

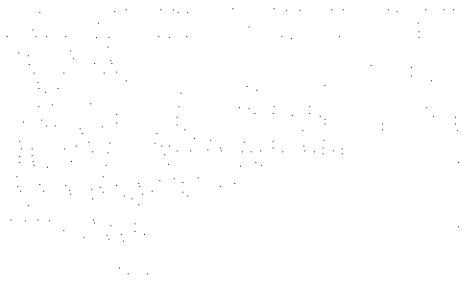
VU le rapport du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement du 19 Août 2002,

VU l'avis du Conseil Départemental d'Hygiène du 26 Septembre 2002,

CONSIDÉRANT que les études de génie civil et l'installation de la station de traitement des eaux industrielles demandées à ladite société se sont révélées difficiles, les études géotechniques ayant révélé la présence d'anciens galeries, carneaux et fours, vestiges des activités précédemment exercées sur le site,

CONSIDÉRANT que les travaux de dépollution du sol rendus difficiles du fait de la présence de métaux (Pb, As) justifient que l'exploitant ait pris du retard par rapport aux échéances fixées dans l'arrêté susvisé,

64.
Gonic 0755



SUR PROPOSITION du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches du Rhône,

ARRÊTE

ARTICLE 1

L'article 1er de l'arrêté du 10 Août 1999 est abrogé et remplacé par les dispositions ci-dessous.

La Société LEGRE MANTE qui exploite une usine de fabrication d'acide tartrique au 195, Avenue de la Madrague de Montredon à MARSEILLE (13008), doit réaliser une station de traitement de ses eaux industrielles avant le 30 Septembre 2003 en respectant l'échéancier fixé ci-après :

1 Pose de la géomembrane avec couche drainante dès notification du présent arrêté.
2 Réalisation des travaux de génie civil et de gros œuvre avant le 15 Novembre 2002.
3 Mise en place des réservoirs et réacteurs en aciers vitrifiés avant le 15 Janvier 2003.
4 Installation de l'équipement d'oxygénation avant le 15 Février 2003.
Site C Avril/Mai 04 5 Installation de l'équipement de récupération des métaux lourds avant le 15 Février 2003.
fin mars 04 6 Mise en place du système membranaire avant le 15 Mars 2003.
7 Installation des équipements annexes avant le 15 Avril 2003.
8 Contrôle de fonctionnement des process avant le 15 Mai 2003.
9 Mise en eau et essais avant le 30 Juin 2003.
10 Mise en eau définitive avec réception de l'installation avant le 30 Septembre 2003.

+ Etape de nitrification/dénitrification

ARTICLE 2

L'exploitant devra en outre se conformer aux dispositions :

a) du livre du Code du Travail sur l'hygiène et la sécurité des travailleurs,

b) du décret du 10 Juillet 1913 sur les mesures de protection et de salubrité applicables dans tous les établissements industriels ou commerciaux,

c) du décret du 14 Novembre 1988 sur la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques.

ARTICLE 3

L'établissement sera soumis à la surveillance de la Police, de l'Inspection des Services d'Incendie et de Secours, de l'Inspection des Installations Classées et de l'Inspection du Travail.

Des arrêtés complémentaires pourront fixer toutes les prescriptions additionnelles que la protection des intérêts mentionnés à l'article L.511-1 - Titre 1er - Chapitre I du Code de l'Environnement rend nécessaires ou atténuer celles des prescriptions primitives dont le maintien ne sera plus justifié.

ARTICLE 4

En cas de non-respect de l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions prévues par les dispositions de l'article L.514-1 - Livre V - Titre 1er - Chapitre IV du Code de l'Environnement , sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE 5

Une copie du présent arrêté devra être tenue au siège de l'exploitation, à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Un extrait du présent arrêté restera affiché en permanence de façon visible dans l'établissement.

ARTICLE 6

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 7

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches du Rhône,
- Le Maire de MARSEILLE,
- Le Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement,
- Le Directeur Régional de l'Environnement,
- Le Chef du Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de la Protection Civile,
- Le Directeur Départemental du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle,
- Le Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales,
- Le Directeur Départemental de l'Agriculture et de la Forêt,
- Le Directeur Départemental de l'Equipement,
- Le Commandant du Bataillon des Marins-Pompiers de Marseille,

et toutes autorités de Police et de Gendarmerie,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, dont un extrait sera affiché et un avis publié, conformément aux dispositions de l'article 21 du décret n° 77-1133 du 21 Septembre 1977 modifié.

POUR COPIE CONFORME
par délégation
Le Chef de Bureau,

Martine INVERNON

MARSEILLE, le 13 DEC 2002

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général

Emmanuel BERTHIER

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES BOUCHES DU RHONE

DIRECTION DES COLLECTIVITES LOCALES
ET DU CADRE DE VIE
BUREAU DE L'ENVIRONNEMENT
Boulevard Paul Peytral 13282 MARSEILLE cedex 20
04.91.15.60.00 - Télécopie 04.91.15.61.67

Dossier suivi par : Mme Muriel CONSOLE
☎ 04.91.15.69.32
muriel.console@bouches-du-rhone.pref.gouv.fr

Marseille, le 10 JUIL. 2008

ARRETE

n° 2008201PC(064.00755)
relatif à l'établissement LEGRE MANTE
sis à MARSEILLE 08
portant prescriptions additionnelles
imposant la remise d'une étude sur la maîtrise des prélèvements d'eau et des rejets aqueux
pour la prévention des risques de sécheresse

LE PREFET DE LA REGION PROVENCE ALPES COTE D'AZUR
PREFET DES BOUCHES DU RHONE
CHEVALIER DE LA LEGION D'HONNEUR
OFFICIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MERITE

VU le Code l'Environnement, Livre V Titre 1er, et notamment son article R.512-31,

VU la circulaire de la ministre de l'écologie et du développement durable du 15 janvier 2004 fixant les thèmes d'action nationale de l'inspection des installations classées pour l'année 2004, et notamment le point 8 portant sur la réduction des prélèvements industriels d'eau et de l'impact des rejets en cas de sécheresse

VU les arrêtés préfectoraux autorisant et réglementant l'exploitation d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) par la société LEGRE MANTE dans son établissement LEGRE MANTE sis à MARSEILLE 08 - 195 avenue de la Madrague de Montredon,

VU le rapport du Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, inspecteur des ICPE, du 30 mai 2008,

VU l'avis favorable des Sous-Préfets d'Aix en Provence, Arles et Istres des 9, 19 et 10 juin 2008

VU l'avis du Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques du 19 juin 2008,

CONSIDERANT que malgré les prescriptions régissant le fonctionnement des ICPE de l'établissement susvisé, dont certaines prévues pour limiter les consommations d'eau, il est néanmoins nécessaire de mettre en œuvre des dispositions temporaires plus strictes pour réduire la consommation d'eau des industriels en cas de sécheresse

CONSIDERANT que ces prescriptions additionnelles sont en outre nécessaires à la sauvegarde des intérêts mentionnés à l'article L.511-1 du Code de l'Environnement,

SUR la proposition du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,

ARRETE

ARTICLE 1 – Objet

La société LEGRE MANTE, dont le siège social est situé 195 Av de la MADRAGUE - BP 238 13008 MARSEILLE, est tenue de respecter les dispositions du présent d'arrêté, en complément des prescriptions techniques imposées à l'établissement LEGRE MANTE pour son site situé à MARSEILLE 08 - 195 avenue de la Madrague de Montredon.

L'exploitant doit engager les réflexions et études nécessaires à l'établissement d'un diagnostic :

- ✓ des consommations d'eau des processus industriels et des autres usages (domestiques, arrosage, lavage, etc.),
- ✓ des rejets dans le milieu,

de l'établissement susvisé.

Ce diagnostic doit conduire à déterminer les actions de réduction des prélèvements dans le milieu ou le réseau de distribution et de diminution des rejets dans le milieu ou les stations d'épuration.

Ces actions de réduction sont pérennes ou temporaires en cas de conditions climatiques critiques.

L'exploitant apporte par ailleurs les éléments d'appréciation, notamment vis-à-vis de la sensibilité des milieux, pour rendre compte de la pertinence et de la suffisance des mesures prises ou prévues.

Le cas échéant, l'exploitant se sert des données obtenues lors d'études précédentes, mises à jour si nécessaire, pour établir le diagnostic et le plan d'actions associé répondant au présent arrêté.

ARTICLE 2 – Contenu du diagnostic

Le diagnostic doit préciser :

1. l'historique des réductions de consommation et/ou de rejet enregistrées sur les dix dernières années ;

2. les caractéristiques des moyens d'approvisionnements en eau, notamment :

- le type d'alimentation (captage en nappe, en rivière ou en canal de dérivation, raccordement à un réseau, provenance et interconnexions de ce réseau) et ses caractéristiques (localisation géographique des captages, nom du milieu prélevé),
- les débits minimum et maximum des dispositifs de pompage,
- les usages qui en sont faits ;

3. les quantités d'eau indispensables aux processus industriels ;

4. les quantités d'eau nécessaires aux processus industriels mais dont l'approvisionnement peut être momentanément suspendu, ainsi que la durée maximale de cette suspension ;

5. les quantités d'eau utilisées pour d'autres usages que ceux des processus industriels et, parmi elles, celles qui peuvent être suspendues en cas de déficits hydriques ;

6. les pertes dans les circuits de prélèvement ou de distribution du site ;

7. les dispositions temporaires envisageables en cas de sécheresse, graduées, si nécessaire, en fonction de l'accentuation du phénomène climatique ;

8. les limitations des rejets aqueux possibles en cas de situation hydrologique critique, graduées, si nécessaire, en fonction de l'aggravation du phénomène climatique notamment des baisses de débit des cours d'eau récepteurs ;

9. les rejets minimum qu'il est nécessaire de maintenir pour le fonctionnement en sécurité de l'installation ainsi que le débit minimum du cours d'eau récepteur pouvant accepter ces rejets limités.

ARTICLE 3 – Gestion des prélèvements et rejets

Au regard des éléments du diagnostic précité, l'exploitant établit un document décrivant les opérations (mises en œuvre ou projetées) de gestion des prélèvements et des rejets du site, accompagné de leur calendrier et d'une évaluation technico-économique des opérations décrites mentionnant en particulier les éventuelles conséquences sur l'activité de l'établissement (arrêt d'installations, incidences sur la sécurité et/ou la production, etc.).

En complément, l'exploitant apporte les éléments d'appréciation considérés vis-à-vis des milieux de prélèvement et de rejet.

L'analyse effectuée doit rendre compte des mesures mises en œuvre ou possibles et de leur efficacité en matière :

- d'économies d'eau, notamment par suppression des pertes dans les circuits de prélèvements ou de distribution de l'entreprise, par recyclage de l'eau, par modification de certains modes opératoires, ou encore par réduction des activités ;
- de limitation voire de suppression de rejets aqueux dans le milieu, notamment par écrêtement des débits de rejets, rétention temporaire des effluents ou lagunage avant traitement approprié.

Doivent être distinguées :

- ✓ les actions pérennes qui permettent de limiter durablement les consommations d'eau et les rejets aqueux dans le milieu,
- ✓ les actions renforcées en cas de situation hydrologique déficitaire.
- ✓ L'analyse précitée doit notamment permettre :
- ✓ de proposer si possible des mesures adaptées relatives aux usages de l'eau du site en cas de situation de sécheresse ;
- ✓ de rendre compte de l'efficience des actions au regard de la sensibilité des milieux concernés.

ARTICLE 4 – Délais

L'ensemble des éléments répondant aux dispositions du présent arrêté est transmis à l'inspection des installations classées dans un délai de six mois à compter de sa notification.

ARTICLE 5 – Prescriptions spécifiques sur les prélèvements en cas de sécheresse pour 2008

Sans préjudice des dispositions qui lui sont par ailleurs applicables, l'exploitant est *a minima* soumis, pour les usages de l'eau autres qu'industriels qu'il effectue sur son site, aux mesures de restriction générales des usages de l'eau définies le cas échéant par arrêté préfectoral en cas de situation d'alerte ou de crise concernant le département des Bouches-du-Rhône.

Dans ce cas, l'exploitant limite par ailleurs, dans la mesure du possible, l'impact global de son site en vue de la préservation de la ressource en eau.

ARTICLE 6 – Droits des tiers

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 7 - Infractions

En cas d'infraction à l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions administratives prévues par l'article L.514-1 Livre V Titre 1er Chapitre IV du Code de l'Environnement, sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE 8 - Information

Une copie du présent arrêté devra être tenue au siège de l'exploitation à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Un extrait du présent arrêté restera affiché en permanence de façon visible dans l'établissement.

ARTICLE 9 - Exécution

Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône, le Commandant du Bataillon de Marins Pompiers de Marseille, le Maire de la Commune de MARSEILLE 08, le Directeur Régional de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, le Directeur Régional de l'Environnement, le Chef du Service Interministériel Régional des Affaires Civiles et Economiques de Défense et de la Protection Civile, le Directeur Départemental du Travail, de l'Emploi et de la Formation Professionnelle, le Directeur Départemental des Affaires Sanitaires et Sociales, le Directeur Départemental de l'Equipement, le Directeur Départemental de l'Agriculture et de la Forêt, et toutes autorités de Police et de Gendarmerie, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté dont un avis sera publié et un extrait affiché conformément aux dispositions de l'article R.512-39 du Code de l'Environnement.

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général

Didier MARTIN

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFECTURE DES BOUCHES-DU-RHÔNE

DIRECTION DES COLLECTIVITÉS LOCALES
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

BUREAU DES INSTALLATIONS CLASSEES
POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Marseille, le 17 JUIN 2009

Dossier suivi par : Mme LOPEZ
☎ 04.91.15.69.33.

N° 2008-459 SANC

ARRETE

suspendant l'activité de la Société LEGRE MANTE à MARSEILLE (13008)

LE PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE, ALPES, CÔTE D'AZUR, PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE, CHEVALIER DE LA LEGION D'HONNEUR, OFFICIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MÉRITE

VU le titre 1er du Livre V du Code de l'Environnement et notamment ses articles L 514-1 et L 514-2;

VU l'arrêté ministériel du 23 janvier 1997 relatif aux bruits émis par les ICPE soumises à autorisation ;

VU l'arrêté préfectoral du 31 décembre 2007 mettant en demeure l'exploitant de respecter dans un délai de trois mois les dispositions de l'arrêté ministériel du 23 janvier 1997 visé plus haut sous peine d'application des sanctions prévues à l'article L 514-1 du titre 1er du Code de l'Environnement ;

VU l'arrêté préfectoral en date du 10 juillet 2008 mettant en demeure l'exploitant de remettre à l'Inspection des installations classées une étude technico-économique de réduction phonique dans un délai de trois mois ;

VU le rapport du Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement en date du 27 novembre 2008 constatant le non-respect des dispositions des arrêtés préfectoraux de mise en demeure des 31 décembre 2007 et 10 juillet 2008 susvisés ;

VU l'avis favorable du conseil départemental des risques sanitaires et technologiques en date du 20 mai 2009 au cours duquel M.Gilles MARGNAT, PDG de la société LEGRE MANTE a été entendu;

VU le courrier n°2008-SANC-459 en date du 27 mai 2009 communiquant au pétitionnaire le projet d'arrêté préfectoral de suspension d'activité de nuit;

.../...

Considérant que les infractions constatées lors de campagnes de mesures acoustiques en avril 2008 avec des émergences supérieures au seuil admis, puis objets de nouvelles plaintes des riverains en octobre 2008, entraînent des risques de troubles du sommeil des riverains, susceptibles de nuire à leur santé ;

Considérant que l'exploitant n'a pas déféré aux arrêtés de mise en demeure susvisés en prenant des dispositions suffisantes permettant de faire cesser les nuisances sonores, que les raisons ayant motivé leur signature demeurent et qu'il y a lieu de poursuivre la contrainte tendant à lui faire respecter les prescriptions qui lui sont applicables en limitant les désagréments pour les riverains pendant la période nocturne;

Sur proposition du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,

ARRETE

ARTICLE 1

Le fonctionnement des installations exploitées par la société LEGRE MANTE à MARSEILLE (13008), 195 Avenue de la Madrague de Montredon, est suspendu de nuit, de 22 heures à 7 heures, à compter de la réception du présent arrêté et jusqu'à l'exécution des conditions imposées par l'arrêté ministériel du 23 janvier 1997 relatif aux bruits émis par les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

ARTICLE 2

Faute pour l'exploitant de se conformer aux dispositions du présent arrêté, il sera fait application, indépendamment des sanctions pénales encourues, des sanctions administratives prévues à l'article L 514-1 du Code de l'Environnement.

ARTICLE 3

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 4

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,
- Le Maire de Marseille,
- Le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement,
- Le Commandant du Bataillon des Marins-Pompiers de Marseille,

et toutes autorités de Police et de Gendarmerie,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

MARSEILLE, le

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général

Didier MARTIN

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES BOUCHES DU RHÔNE

PRÉFECTURE
DIRECTION DES COLLECTIVITÉS LOCALES
DE L'UTILITÉ PUBLIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT
BUREAU DES INSTALLATIONS ET TRAVAUX
RÉGLEMENTÉS POUR LA PROTECTION DES MILIEUX

Dossier suivi par : Mme MOUGENOT
Tel : 04.84.35.42.64

Marseille, le 20 SEP. 2017

N° 2017-199-PC

Arrêté imposant des prescriptions complémentaires à la Société Française des Produits Tartriques Mante dans le cadre de la modification des conditions de dépollution et de réhabilitation de l'ancien site LEGRÉ MANTE à Marseille -13008

LE PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR,
PRÉFET DE LA ZONE DE DÉFENSE ET DE SÉCURITÉ SUD,
PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE,

Vu le code de l'environnement, titre 1er de son livre V, et notamment les articles R.512-39-4 et R.181-45,

Vu l'arrêté préfectoral du 11 janvier 1982 autorisant la Société LEGRÉ MANTE à poursuivre l'exploitation de son unité de fabrication de produits tartriques par le traitement des lies de vins sise à Marseille (13008), 195 avenue de la Madrague de Montredon,

Vu l'arrêté préfectoral du 13 février 2012 imposant des prescriptions complémentaires à la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) relatives à la réhabilitation du site LEGRÉ MANTE (hors parcelle « B » entre bord de mer et route de Madrague) situé à Marseille (13008), 195 avenue de la Madrague de Montredon,

Vu l'arrêté préfectoral du 9 juillet 2012 de réhabilitation de la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) à Marseille (13008) de la parcelle « B » (bord de mer),

Vu le rapport de la Directrice Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, en date du 11 août 2017,

Considérant que la Société LEGRÉ MANTE a été placée sous liquidation judiciaire, et que cette liquidation judiciaire est aujourd'hui impécunieuse,

Considérant que la Société LEGRÉ MANTE louait les terrains et bâtis pour son exploitation à la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM),

Considérant qu'un protocole d'accord a été passé entre, d'une part le mandataire judiciaire de la liquidation et d'autre part la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM), en date du 22 juin 2010,

Considérant que ce protocole d'accord stipule dans son article 6 que la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) accepte de prendre à sa charge l'obligation de dépollution qui incombait au locataire dans le cadre du bail commercial,

Considérant que ce protocole d'accord stipule dans son article 7 que la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) s'engage à prendre contact sans délai avec les services de la DREAL pour accomplir les demandes, formalités et toutes opérations qui incombaient jusqu'alors à son locataire, ancien exploitant du site,

Considérant que le site industriel LEGRÉ MANTE présente actuellement une pollution jugée incompatible avec un usage résidentiel et qu'un tel usage nécessite d'importants travaux de dépollution,

Considérant que ces travaux de dépollution ont été prescrits par les arrêtés préfectoraux du 13 février 2012 et du 9 juillet 2012 susvisés mais n'ont toujours pas été effectués,

Considérant qu'il convient de mettre à jour les études concernant le site industriel LEGRÉ MANTE afin de vérifier s'il présente, en l'état, un risque d'impact sur la santé publique au vu de l'absence de dépollution à court terme,

Considérant que la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) a fait part, à la DREAL, notamment au cours d'une réunion le 20 juin 2017, de son intention de modifier les conditions de dépollution et de réhabilitation du site industriel LEGRÉ MANTE et de redimensionner le projet immobilier associé,

Sur proposition du Secrétaire Général des Bouches-du-Rhône,

ARRÊTE

Article 1er

Article 1.1 - Interprétation de l'état des milieux (IEM)

La Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) est tenue de réaliser et de transmettre au préfet, dans un délai de 4 mois suivant la notification du présent arrêté, une étude d'interprétation de l'état des milieux (IEM), pour le site industriel LEGRÉ MANTE, conformément aux dispositions de la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués.

Les modalités de cette étude, incluant son périmètre et la nature des investigations à mener, ainsi que le choix de l'organisme retenu pour la réaliser, seront soumis, dans un délai d'un mois suivant la notification du présent arrêté, à l'approbation de l'inspection de l'environnement.

Article 1.2 - Plan de gestion

Dans le cas où la démarche d'interprétation de l'état des milieux susvisée conclut à la nécessité d'engager des actions complémentaires pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et les usages constatés, la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) réalisera, dans un délai de 6 mois suivant la transmission de l'étude d'interprétation de l'état des milieux, un plan de gestion, pour maîtriser, voire supprimer les sources de pollution qui ont été générées par l'activité du site industriel LEGRÉ MANTE, conformément aux dispositions de la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués.

La compatibilité entre l'état des milieux après les travaux et les usages constatés sera démontrée à l'appui d'une analyse des risques résiduels (ARR).

Article 2

La Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) est tenue d'élaborer et de transmettre au préfet, dans un délai de 6 mois suivant la notification du présent arrêté, un plan de gestion, couvrant la totalité du site industriel LEGRÉ MANTE, relatif aux sources de pollution situées sur le site, tel que défini par la note ministérielle du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués mettant à jour les textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués.

Article 3

En cas de non-respect des dispositions du présent arrêté, il pourra être fait application à l'encontre de la société des sanctions administratives prévues par le code de l'environnement.

Article 4

En application de l'article R.514-3-1 du code de l'environnement, le présent arrêté est soumis à un contentieux de pleine juridiction.
Il peut être déféré à la juridiction administrative :
1° Par les tiers intéressés en raison des inconvénients ou des dangers que le fonctionnement de l'installation présente pour les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 dans un délai de quatre mois à compter du premier jour de la publication ou de l'affichage de ces décisions ;
2° Par les demandeurs ou exploitants, dans un délai de deux mois à compter de la date à laquelle la décision leur a été notifiée.

Article 5

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,
- Le Maire de Marseille
- La Directrice Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement,
- Le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer,
- Le Commandant du Bataillon des Marins Pompiers de Marseille,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

Marseille, le 20 SEP. 2017

Pour le Préfet
Le Secrétaire Général

David COSTE

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE

PREFECTURE
DIRECTION DES COLLECTIVITÉS LOCALES,
DE L'UTILITE PUBLIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT

Bureau des Installations Classées et Travaux
Réglementés pour la Protection des Milieux

Dossier suivi par : Mme LOPEZ

☎ 04.84.35.42.64.
N° 2011-1371 PC

ARRETE

imposant des prescriptions complémentaires à la
SOCIETE FRANCAISE DES PRODUITS TARTRIQUES MANTE (SFPTM)
relatives à la réhabilitation du site LEGRE MANTE
(hors parcelle « B » entre bord de mer et route de Madrague)
situé à MARSEILLE (13008),
195 Avenue de la Madrague de Montredon

LE PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE, ALPES, CÔTE D'AZUR,
PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE,
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR,
CHEVALIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MÉRITE

Vu le Code de l'Environnement et notamment le Titre 1er de son livre V,

Vu les articles R 512-39-1 et suivants du Code de l'Environnement,

Vu l'arrêté préfectoral du 11 janvier 1982 autorisant la Société LEGRE MANTE à poursuivre l'exploitation de son unité de fabrication de produits tartriques par le traitement des lies de vin sise à Marseille (13008), 195 avenue de la Madrague de Montredon,

Vu la circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués,

Vu l'arrêté préfectoral du 20 août 2009 mettant en demeure M. Vincent de CARRIERE, Mandataire Liquidateur de la SAS LEGRE MANTE de mettre le site en sécurité et de proposer un échéancier de réalisation des études environnementales et le mémoire de réhabilitation du site,

.../...

Vu le jugement du Tribunal de Commerce du 20 octobre 2010 selon lequel la transaction entre la Société LEGRE MANTE (locataire) et la Société Française des Produits Tartriques Mante (propriétaire) est devenue définitive, à savoir notamment l'article 7 qui stipule que la Société SFPTM s'engage à reprendre toutes les formalités et opérations de dépollution qui auraient normalement dû incomber à l'ancien exploitant du site,

Vu le rapport du Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement en date du 14 octobre 2011,

Vu l'avis du Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques en date du 1er décembre 2011,

Vu le mémoire de réhabilitation de la Société SFPTM en date du 21 décembre 2010 réalisé par Antéa,

Considérant que les prescriptions de l'arrêté de mise en demeure du 20 août 2009 étaient respectées,

Considérant que cet ancien site industriel dont l'exploitant est considéré comme défaillant (liquidation judiciaire de la société) et situé dans une zone urbanisée entre la mer et le futur parc naturel des Calanques,

Considérant que la pollution recensée est actuellement inacceptable pour la santé publique,

Considérant que les travaux de dépollution pour permettre une nouvelle utilisation compatible avec la zone urbanisée environnante sont estimés à 9 M€,

Considérant que, compte tenu de ce montant, un projet de construction de logements est envisagé tout en rendant possible cette dépollution,

Considérant que ce projet apparaît acceptable et conforme à la doctrine de traitement de sites et sols pollués définie par le Ministère en charge de l'Environnement dans sa circulaire du 8 février 2007,

Considérant qu'il y a lieu d'imposer des prescriptions complémentaires à la Société SFPTM dans le cadre de la réhabilitation du site LEGRE MANTE,

Sur proposition du Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,

ARRETE

ARTICLE 1er

La Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) dont le siège social est 195, Avenue de la Madrague de Montredon - 13008 MARSEILLE CEDEX 08, propriétaire du site occupé intérieurement par la SAS LEGRE MANTE exploitant une usine de fabrication d'acide tartrique et produits dérivés, est tenue d'appliquer les dispositions suivantes pour la réhabilitation des terrains concernés en application de la convention passée le 22 juin 2010 par laquelle la SFPT accepte de se substituer à l'ancien exploitant pour engager le projet d'aménagement présenté basé sur un usage d'habitat collectif ou individuel selon les parcelles.

ARTICLE II - Etudes réalisées sur parcelles « *A et C* »

- Avant cessation d'activités de l'usine LEGRE MANTE

Parcelle	Année	Prestataire	Intitulé	Réf.
A	1996	SOCOTEC	Diagnostic de la qualité des sols	N° 2733
A	1997	SOCOTEC	Diagnostic de la qualité des sols	N° 2733 - complément
A	1998	ANTEA	Compléments d'investigations sur les sols et établissement d'un programme de réhabilitation du site	N° A 09746
A	1999	ATE	Avant-projet de travaux de réhabilitation des carneaux et proposition technique et financière	
A	2001	ANTEA	Evaluation de l'impact sur la sécurité et l'environ-nement des vestiges de l'ancien conduit de cheminée	N° A 23196/A
A	2001	ANTEA	Evaluation détaillée des Risques	N° 23967/B
C	2001	ANTEA	Evaluation Simplifiée des Risques	N° A 25500/A
C	2003	APAVE	Diagnostic et Evaluation Détaillée des Risques complémentaires	N° P 6063-A/02

- Après cessation d'activités de l'usine en 2009

  - Novembre 2009 (ANTEA) Mémoire de réhabilitation – Réf. A 60244/A
  - 30 Mai 2011 (VALGO) Etude complémentaire – Réf. 8/ES/11
  - 2011 – Version 1 (VALGO) Plan de gestion – Réf. 10 B 13 004.

ARTICLE III - Usage futur retenu

Les terrains concernés pourront être utilisés à usage d'habitations collectives ou individuelles, sans restriction (possibilité de jardins privatifs et de potagers).

ARTICLE IV - Dispositions techniques applicables

4.1. - Respect des Concentrations Maximales Admissibles (CMA) ci-dessous (calculées dans le Plan de gestion)

POLLUANT	CMA (mg/kg MS)
Sb	70
As	28
Ba	260
Cd	0,62
Hg	1,2
Pb	250
Hydrocarbures C 10 – C 12	328
C 12 – C 16	560
C 16 – C 21	670
C 21 – C 35	1290

4.2. - Mise en place de l'ensemble des mesures énoncées dans le plan de gestion pour extraire du site tous les matériaux provenant de la démolition de l'usine et des terrassements, pour une mise en compatibilité avec l'usage futur :

- Réutilisation des matériaux issus du criblage et respectant les CMA susvisées, pour réaliser les sous-couches des voiries et du parking ainsi que pour le nivellement du site ;

- Elimination du solde positif net de matériaux à convoyer à l'extérieur du site vers les filières adaptées après contrôle selon les dispositions de l'article V ci-après.

4.3. - Cas particulier de la cheminée rampante et du carneau

La première section de la structure ,située en aval du canal de Marseille et donc dans l'emprise de l'opération immobilière , sera démolie et gérée en tant que déchets.

L'ensemble de la structure restante située en amont du canal jusqu'en haut de la colline sera conservée et devra faire l'objet d'un dossier de mise en sécurité avec un échéancier de réalisation des travaux , après accord avec le Conseil Général du département des Bouches du Rhône, propriétaire du terrain.

La SFPT MANTE devra remettre à l'Inspection des Installations Classées, **dans les six mois** à compter de la date de notification du présent arrêté, les documents suivants :

- Dossier de mise en sécurité précité.

- Dossier de mise en œuvre d'une procédure de servitude d'utilité publique (SUP) couvrant l'emprise de cette installation.

4.4. - Mesures particulières de protection du personnel et des riverains pendant les travaux

- Mise en place des mesures prévues dans le plan de gestion pour réduire le bruit, l'envol des poussières, les perturbations dues au trafic des camions à l'extérieur du site et enfin les risques sanitaires et environnementaux dus à l'inhalation de poussières polluées et aux risques d'entraînement de matières en suspension par les eaux de ruissellement en cas d'orage.

- Mise en place des mesures complémentaires suivantes :

Envols des poussières :

➢ Installation d'un anémomètre, afin de connaître la vitesse du vent sur site (phénomène de couloir de vent) et de prendre ainsi en temps réel, les décisions correspondantes aux engagements pris dans le plan de gestion.

➢ Mise en œuvre d'une procédure d'arrêt de chantier en fonction de la vitesse du vent (limite à 70 km/h).

➢ Réutilisation des bâtiments existants jusqu'à la troisième et dernière phase des travaux, pour isoler les ateliers de criblage à l'origine d'envols de poussières.

Emissions sonores :

➢ Ateliers de criblage isolés en bâtiments jusqu'à leur destruction prévue en dernière phase des travaux ;

➢ Aucun travaux de chantier, les samedis et dimanches.

ARTICLE V - Surveillance et contrôles pendant et après travaux

5.1. - Suivi analytique de la pollution générée par le chantier

- AIR / Taux de poussières sédimentables à ne pas dépasser :

Le plan de gestion prévoit un réseau de mesures de poussières hors site (plaquettes de collecte) avec recherche des métaux et masse totale des poussières.

Taux à ne pas dépasser : 1g / m² / jour en épisode venteux (différence entre le résultat du point de mesure placés sous le vent.

Fréquence de mesures hebdomadaires les deux premiers mois. Cette fréquence sera revue avec l'I.C.C. en fonction des résultats obtenus.

- EAUX / contrôle des eaux météoriques :

Prélèvements en sortie du bassin d'orage dimensionné dans le plan de gestion et analyses des matières en suspension (MES) et des métaux (Pb, Cd, Hg, Sb, As, Ba),en cas d'orage.

Valeurs limites de concentration :

- MES totales : 100 mg / l
- Pb : 0,5 mg / l
- Cd : 0,2 mg / l
- Hg : 0,05 mg / l.

-

5.2. - Suivi analytique des zones traitées et matériaux extraits

- Des contrôles de pollution des sols seront réalisés après excavation des terres, en fond et en front de fouilles, selon la méthodologie précisée dans le plan de gestion (> 200 analyses des métaux à raison d'un échantillon par surface de 300 m²) afin de vérifier le respect des CMA fixées et la validité des mesures proposées pour adapter les aménagements réalisés.

- Des analyses du lixiviat seront réalisées selon la méthodologie précisée dans le plan de gestion , pour choisir les filières adaptées pour la gestion des déchets. Le plan de gestion prévoit une analyse tous les 150 m^3 de matériaux extraits.

- Une analyse des risques résiduels (ARR) sera réalisée afin de valider la fin des travaux de terrassement ; elle comportera une carte présentant les niveaux résiduels mesurés sur site qui doivent tous respecter les CMA.

5.3. - Contrôle par un organisme indépendant

L'application des dispositions du présent arrêté et des mesures prévues dans le plan de gestion devra faire l'objet d'un contrôle par un organisme indépendant choisi en accord avec l'Inspection des installations classées.

Cet organisme établira en fin de travaux, un rapport décrivant les conditions de réalisation de ces travaux, attestant de leur conformité aux règles imposées et donnant les résultats des surveillances réalisées sous forme synthétique.

ARTICLE VI - Dossier de fin de travaux

Au plus tard trois mois après la fin des travaux, la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) adressera au Préfet avec copie à l' Inspecteur des Installations Classées un rapport décrivant les différentes étapes du chantier avec les planches photographiques nécessaires, les résultats des analyses effectuées, le bilan de la gestion des terres excavées et une synthèse des résultats de la surveillance du chantier visée à l'article 5.1. ci-dessus.

Ce rapport sera complété par l'avis circonstancié de l'organisme de contrôle visé à l'article 5.3 ci-dessus.

Ce rapport servira à établir le procès verbal de récolement en fin d'exécution de ces travaux.

ARTICLE VII

L'exploitant devra en outre se conformer aux dispositions :

a) du Code du Travail et notamment à la quatrième partie sur la santé et la sécurité au travail ;

b) du décret du 14 novembre 1988 sur la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques.

Des arrêtés complémentaires pourront fixer toutes les prescriptions additionnelles que la protection des intérêts mentionnés à l'article L.511-1 - Livre V - Titre 1er - Chapitre 1er du Code de l'Environnement rend nécessaires ou atténuer celles des prescriptions primitives dont le maintien ne sera plus justifié.

ARTICLE VIII

En cas de non-respect de l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions prévues par les dispositions de l'article L.514-1 - Livre V - Titre 1er - Chapitre IV du Code de l'Environnement, sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE IX

Un exemplaire du présent arrêté devra être tenu au siège de l'exploitation, à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Cet arrêté sera affiché de façon visible sur le site.

Une copie du présent arrêté sera déposée en Mairie de Marseille et pourra y être consultée.

Enfin, un avis sera publié, aux frais de l'exploitant, dans deux journaux locaux diffusés dans tout le département des bouches-du-Rhône.

ARTICLE X

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE XI

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,
- Le Maire de Marseille,
- Le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement,
- Le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer,
- Le Directeur Départemental de la Protection des Populations,
- Le Directeur de l'Agence Régionale de la Santé,
- Le Directeur Régional des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi,
- Le Commandant du Bataillon des Marins-Pompiers de Marseille,

et toutes autorités de Police et de Gendarmerie,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, dont un avis sera publié et un extrait affiché conformément aux dispositions de l'article R 512-39 du Code de l'Environnement.

MARSEILLE, le 13 FEV. 2012

Pour le Préfet
la Secrétaire Générale Adjointe

Raphaëlle SIMEONI

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE

PRÉFECTURE
DIRECTION DES COLLECTIVITÉS LOCALES,
DE L'UTILITÉ PUBLIQUE ET DE L'ENVIRONNEMENT

BUREAU DES INSTALLATIONS ET TRAVAUX
RÉGLEMENTÉS POUR LA PROTECTION DES MILIEUX

Dossier suivi par : Mme LOPEZ
☎ 04.84.35.42.64.
N° 2012-284 PT

ARRETE PREFECTORAL de réhabilitation de la Société Française des Produits Tartriques Mante (S.F.P.T.M.) à MARSEILLE (13008) de la parcelle "B" (bord de mer)

LE PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE, ALPES, CÔTE D'AZUR,
PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE,
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
CHEVALIER DE L'ORDRE NATIONAL DU MÉRITE

Vu le Code de l'Environnement, et notamment le Titre 1er de son Livre V,

Vu l'arrêté préfectoral du 11 janvier 1982 autorisant la Société LEGRE MANTE à poursuivre l'exploitation de son unité de fabrication de produits tartriques par le traitement des lies de vins sise à Marseille (13008), 195 avenue de la Madrague de Montredon,

Vu l'arrêté de mise en demeure du 20 août 2009 à l'encontre de M. Vincent DE CARRIERE, Mandataire liquidateur de la SAS LEGRE MANTE relatif à la mise en sécurité du site de l'usine de fabrication tartrique à Marseille (13008),

Vu l'arrêté du 13 février 2012 imposant des prescriptions complémentaires à la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) relatives à la réhabilitation du site Legre Mante (hors parcelle B entre bord de mer et route de Madrague) situé à Marseille (13008), 195 avenue Madrague de Montredon,

Vu les rapports du Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement en date des 14 octobre 2011 et 22 mai 2012,

Vu l'avis du Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques en date du 7 juin 2012,

Considérant que la Société Française des produits tartriques Mante (SFPTM) a déjà fait l'objet d'un arrêté préfectoral complémentaire du 13 février 2012 portant sur la réhabilitation du site d'exploitation industrielle proprement dit, soient les zones « A » et « C » (hors zone « B » située entre bord de mer et route de la Madrague),

Considérant que la parcelle « B » du site industriel LEGRE MANTE a réhabiliter, ne représente que 10 % de la surface totale du site mais son impact n'est pas des moindres en raison :

- de son ancienne vocation de véritable décharge des déchets provenant de l'activité industrielle voisine,
- de la caractérisation de ces déchets par une pollution aux métaux lourds et métalloïdes,
- de problèmes d'érosion de ces matériaux, liés aux risques d'effondrement de la falaise et à la présente de la mer en pied du gisement de ces déchets,

.../...

Considérant que la pérennisation de cette situation est inacceptable pour la santé publique,

Considérant que les résultats de l'étude INVS ont conduit à la notification d'un arrêté préfectoral interdisant la consommation de moules et d'oursins sur la portion du littoral sud marseillais incluant le site susvisé,

Considérant que la Société SFPTM a présenté un projet de réhabilitation,

Considérant qu'à la différence des deux autres parcelles, il n'est pas prévu une dépollution totale pour des raisons à la fois financières et environnementales d'un tel chantier,

Considérant que la partie des matériaux pollués non excavée, sera confinée sous le radier des six maisons du projet immobilier présenté et le projet d'arrêté ci-joint propose d'imposer, à ce titre, une procédure de servitude d'utilité publique,

Considérant qu'il y a lieu d'imposer des prescriptions complémentaires à la Société Française des Produits Tartriques Mante (S.F.P.T.M.) située à Marseille (13008), 195 avenue de la Madrague de Montredon,

Sur proposition du Secrétaire Général de la Préfecture,

ARRETE

ARTICLE 1

La Société Française des Produits Tartriques Mante (S.F.P.T.M.) dont le siège social est 195, avenue de la Madrague de Montredon, Marseille Cedex 08, propriétaire du site occupé antérieurement par la SAS LEGRE MANTE exploitant une usine de fabrication d'acide tartrique et produits dérivés, est tenue d'appliquer les dispositions suivantes pour la réhabilitation du terrain concerné en application de la convention passée le 22 juin 2010 par laquelle la S.F.P.T.M. accepte de se substituer à l'ancien exploitant pour engager le projet d'aménagement présenté basé sur un usage d'habitat individuel.

ARTICLE 2 : Etudes réalisées sur la parcelle "B"

Année	Prestataire	Intitulé	Ref
1997	SOCOTEC	Diagnostic de la qualité des sols parcelle B	n° 2752
2000	ANTEA	Complément d'investigations au droit des remblais de la parcelle B	n° A20422/A
2011	VALGO	Plan de gestion parcelle B	n° 10B14002
2011	VALGO	Addendum au plan de gestion	n° 10B14002-AD1

ARTICLE 3 : Usage futur retenu

Les terrains concernés pourront être utilisés à usage d'habitations individuelles, **avec restrictions** en raison de déchets résiduels sur site (confinement de ces déchets sous dalle sous le niveau R-1 du projet et jardins privatifs interdits).

ARTICLE 4 : Dispositions techniques applicables

4- 1) Mise en place de l'ensemble des mesures énoncées dans le plan de gestion pour une mise en compatibilité avec l'usage futur , notamment :

- Extraction partielle des matériaux pour permettre la construction de 6 maisons individuelles avec maintien du résiduel pollué entre la dalle niveau R-1 des constructions et le calcaire induré natif,
- Extraction des déchets en front de mer et remblaiement par apport de matériaux sains afin de supprimer les problèmes d'érosion avec transfert de pollution en mer,

Remplacement par des matériaux sains au niveau des canalisations d'eau potable à mettre en place.

- Volume de matériaux à extraire : 20 600 m3 (sur un gisement total de matériaux pollués de 24 000 m3).
- Traitement prévu : criblage à 10 mm (compatibilité des matériaux de taille supérieure à 10 mm avec une installation de Stockage de Déchets Inertes ou ISDI),

Pourcentage de matériaux à cribler : 20 %
Pourcentage de grain de taille > 10 mm : 20 %
Pourcentage total à gérer en :

- Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) 20 %
- Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) 56 %
- Installation de Stockage de Déchets Dangereux (ISDD) 24 %

- Transport par camions de l'ensemble des matériaux excavés à l'extérieur du site vers les filières adaptées de stockage de déchets (ISDI, ISDD, etc..) ou de valorisation (cimenterie), après contrôle selon les dispositions de l'article V ci-après.

4- 2) Mesures particulières de protection du personnel, des riverains et du milieu naturel pendant les travaux :

- Mise en place des mesures prévues dans le plan de gestion et l'addendum pour réduire le bruit, l'envol des poussières, les perturbations dues au trafic des camions à l'extérieur du site et enfin les risques sanitaires et environnementaux dus à l'inhalation de poussières polluées et aux risques d'entraînement de matières en suspension dans les eaux de ruissellement en cas d'orage.
- Principales mesures prévues dans le plan de gestion et mesures complémentaires suivantes:

Emissions de poussières

- arrêt des travaux de terrassement sur les zones impactées en métaux lourds:

* si la vitesse du vent est supérieure à 60 km/h ou,
* si les résultats des mesures instantanées ne sont pas satisfaisants malgré la mise en place de tous les moyens prévus pour limiter les envols de poussières (Brumisation + Aspiration),

- installation d'un anémomètre (station de mesure avec alarme de déclenchement) afin de prendre ,en temps réel, les décisions correspondant à la procédure proposée dans le plan de gestion (trois étapes en fonction des résultats de mesures instantanées des poussières et de l'augmentation de la vitesse du vent : brumisation - couplage avec aspiration - arrêt des travaux),

- activité de criblage interdite sur la parcelle B : le criblage sera réalisé à l'intérieur du bâtiment industriel existant sur la parcelle C,
- travaux de terrassement/excavation, interdits pendant la période estivale (mai à septembre),
- bâchage obligatoire des camions de transport des matériaux,
- suivi de la qualité de l'air par la méthode gravimétrique de collecte des poussières sur plaquettes(avec un taux maximum de poussières, à respecter), couplé avec un suivi à lecture instantanée par analyseurs optiques.

Emissions sonores

- Travaux de chantier interdits de nuit ainsi que les samedis, dimanches et jours fériés,
- Activité de criblage dans bâtiments de l'ancienne usine.

Pollution des eaux

- Rigole de récupération des eaux (météoriques) de ruissellement en pied de falaise, reliée à une cuve de stockage ; renvoi de ces eaux stockées par une installation de pompage existante, vers les cuves de l'ancienne station de traitement des effluents des eaux du site industriel pour :
  *décantation des matières en suspension ,
  * analyses avant rejet dans le réseau d'eaux usées urbain.

ARTICLE 5 : Surveillance et contrôles pendant et après travaux

5-1) Suivi analytique de la pollution générée par le chantier :

AIR/Taux de poussières sédimentées à ne pas dépasser :

- Le plan de gestion prévoit un réseau de mesures de poussières hors site sur 9 postes de contrôle (plaquettes de collecte) avec recherche des métaux et masse totale des poussières.

Taux à ne pas dépasser : 1 gramme/m^2/jour en épisode venteux (différence entre le résultat du point de référence placé au vent et le résultat le plus élevé des points de mesures placés sous le vent pendant cet épisode).

Mesures conduites sur une durée mensuelle (norme NFX 43-007)

- Le protocole prévu dans l'addendum du plan de gestion pour le dosage des poussières à l'aide d'un appareil à lecture instantanée, doit compléter le suivi précité de la qualité de l'air sur le chantier et permettre de limiter les effets sur l'environnement.

EAUX/Contrôle des eaux météoriques :

Valeurs limites à respecter avant rejet dans le réseau « eaux usées » urbain, des eaux de ruissellement récupérées et stockées dans les cuves de l'ancienne station de traitement des effluents aqueux de l'usine LEGRE MANTE :

PH compris entre 6 et 8,5
Température < 25°C
DBO_5 < 25 mg/l
DCO < 125 mg/l
MEST < 35 mg/l
Plomb (Pb) < 0,5 mg/l
Cuivre (Cu) < 0,5 mg/l
Arsenic (As) < 0,05 mg/l
Cyanures (C_h) < 0,1 mg/l

- Les boues décantées en fond de cuve devront être traitées comme un déchet et les bordereaux de suivi d'élimination correspondants, devront figurer dans le rapport de fin des travaux prévu à l'article 6.

5-2) Suivi analytique des zones traitées et matériaux extraits

- Le chantier étant prévu en flux tendu pour éviter tout stockage de matériaux sur site, les analyses du lixiviat devront être réalisées en amont et les résultats seront connus lors du criblage ou du transport en installation de stockage de déchets du lot concerné, selon le **protocole soumis à l'accord de l'inspection des installations classées.**

- Une Analyse des Risques Résiduels (ARR) sera réalisée afin de valider la fin des travaux de terrassement, par rapprochement entre les Concentrations Maximales Admissibles (CMA) déterminées pour les parcelles A et C et les teneurs résiduelles dans les matériaux présents sous les bâtiments, en tenant compte des voies d'exposition et des usages spécifiques à la parcelle B.

Elle comportera une carte présentant les niveaux résiduels mesurés sur site, notamment dans la zone située entre les futures constructions et la mer avant remblaiement par des matériaux sains.

5-3) Contrôle par un organisme indépendant

L'application des dispositions du présent arrêté et des mesures prévues dans le plan de gestion ,devra faire l'objet d'un contrôle par un organisme indépendant choisi en accord avec l'inspection des installations classées.

Cet organisme établira en fin de travaux, un rapport décrivant les conditions de réalisation de ces travaux, attestant de leur conformité aux règles imposées et donnant les résultats des surveillances réalisées, sous forme synthétique.

ARTICLE 6 : Dossier de fin de travaux

Au plus tard trois mois après la fin des travaux, la Société Française des Produits Tartriques Mante (SFPTM) adressera au Préfet avec copie à l'Inspection des Installations Classées, un rapport décrivant les différentes étapes du chantier avec les planches photographiques nécessaires, les résultats des analyses effectuées, le bilan de la gestion des terres excavées et une synthèse des résultats de la surveillance du chantier visée à l'article 5 ci-dessus.

Ce rapport sera complété par l'avis circonstancié de l'organisme de contrôle visé à l'article 5.3 ci-dessus.

Ce rapport servira à établir le procès-verbal de récolement en fin d'exécution de ces travaux.

ARTICLE 7 : Servitudes d'utilité publique

A l'issue des travaux, l'exploitant doit déposer un dossier de demande d'institution de servitudes d'utilité publique (SUP simplifié) du lot B, dans la mesure où la pollution reste en place sous les maisons.

ARTICLE 8

L'exploitant devra en outre se conformer aux dispositions :
a) du Code du Travail et notamment à la quatrième partie sur la santé et la sécurité au travail
b) du décret du 14 novembre 1988 sur la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en oeuvre des courants électriques.

Des arrêtés complémentaires pourront fixer toutes les prescriptions additionnelles que la protection des intérêts mentionnés à l'article L.511-1 - Livre V - Titre 1er - Chapitre 1er du Code de l'Environnement rend nécessaires ou atténuer celles des prescriptions primitives dont le maintien ne sera plus justifié.

ARTICLE 9

En cas de non-respect de l'une des dispositions qui précèdent, il pourra être fait application des sanctions prévues par les dispositions de l'article L.514-1 - Livre V - Titre 1er - Chapitre IV du Code de l'Environnement, sans préjudice des condamnations qui pourraient être prononcées par les tribunaux compétents.

ARTICLE 10

Un exemplaire du présent arrêté devra être tenu au siège de l'exploitation, à la disposition des autorités chargées d'en contrôler l'exécution.

Cet arrêté sera affiché de façon visible sur le site.

Une copie du présent arrêt sera déposée en Mairie de Marseille et pourra y être consultée.

Enfin, un avis sera publié, aux frais de l'exploitant, dans deux journaux locaux diffusés dans tout le département des bouches-du-Rhône.

ARTICLE 11

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 12

- Le Secrétaire Général de la Préfecture des Bouches-du-Rhône,
- Le Maire de Marseille,
- Le Directeur Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement,
- Le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer,
- Le Directeur Départemental de la Protection des Populations,
- Le Directeur de l'Agence Régionale de la Santé,
- Le Directeur Régional des Entreprises, de la Concurrence, de la Consommation, du Travail et de l'Emploi,
- Le Commandant du Bataillon des Marins-Pompiers de Marseille,

et toutes autorités de Police et de Gendarmerie,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté, dont un avis sera publié et un extrait affiché conformément aux dispositions de l'article R 512-39 du Code de l'Environnement.

MARSEILLE, le 09 JUIL. 2012

Pour le préfet
Le Chargé de mission

Roger REUTER

A3.3	**Fiches BASIAS et BASOL du site**

PAC1301387

Fiche Détaillée

Pour connaitre le cadre réglementaire et la méthodologie de l'inventaire historique régional, consultez le préambule départemental.

1 - Identification du site

Unité gestionnaire : PAC
Créateur(s) de la fiche : FV
Date de création de la fiche : (*) 07/07/1998
Nom(s) usuel(s) : LEGRE MANTE

Raison(s) sociale(s) de l'entreprise :

Raison sociale	Date connue (*)
Société LEGRE MANTE ET CIE	

Siège(s) social(aux) de l'entreprise :

Siège social	Date connue
195, Avenue de la Madrague de Montredon, Marseille 8eme	

Etat de connaissance : Pollué connu
Visite du site : Oui, site localisé
Date de la visite : (*) 15/04/2002

Autre(s) identification (s) :

Numéro	Organisme ou BD associée
13.0091	BASOL

Commentaire : le site est désormais divisé en 3 (3 points distincts : voir fiches 11897 et 11898). Le point MapInfo associé à cette fiche correspond au site en activité. Les deux autres sites sont en réhabilitation.

2 - Consultation à propos du site

Consultation mairie : Oui
Date consultation mairie : (*) 23/04/2013
Réponse mairie : Non

Consultation des services déconcentrés de l'Etat :

Nom du service	Consultation des services de l'Etat	Date de consultation des services de l'Etat (*)	Réponse des services de l'Etat	Date de réponse des services de l'Etat (*)
DRIRE	Oui	03/03/2000		

3 - Localisation du site

Adresse (ancien format) : Madrague de Montredon, av de la
Dernière adresse : 195 Avenue Madrague (de la)
Localisation : Marseille 8,
Code INSEE : 13055
Commune principale : MARSEILLE (13055)
Zone Lambert initiale : Lambert II étendu

Projection	L.zone (centroïde)	L2e (centroïde)	L93 (centroïde)	L2e (adresse)
X (m)	845 744	845 743	891 574	
Y (m)	1 808 081	1 808 080	6 239 916	

Carte géologique :

Carte	Numéro carte	Huitième
MARSEILLE	1043	8

Carte(s) et plan(s) consulté(s) :

Carte consultée	Echelle	Année édition	Présence du site	Référence dossier
PL DES LIEUX	1/2500	1893	Oui	

Carte d'ensemble	?		Oui	PREF - 2003 - 63A
PL DE SITUATION	1/200		Oui	

Commentaire(s) : 1043-8XI-0036(nouveau site IHR 2010) MONTREDON 13008 MARSEILLE

4 - Propriété du site

Propriétaires :

Nom (raison sociale)	Date de référence (*)	Type	Exploitant
MANTE LEGRE ET CIE	01/01/1894	Entreprise privée ou son représentant	Oui

Cadastre :

Nom du cadastre	Date du cadastre (*)	Echelle	Précision	Section cadastre	N° de parcelle
Marseille				O5	87, 109, 41, 89

Nombre de propriétaires actuels : ?

5 - Activités du site

Etat d'occupation du site : En activité et partiellement réaménagé
Date de première activité : (*) 13/04/1888
Origine de la date : AP=Arrêté préfectoral
Historique des activités sur le site :

N° activité	Libellé activité	Code activité	Date début (*)	Date fin (*)	Importance	groupe SEI	Date du début	Ref. dossier	Autres infos
1	Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	C20.59Z	13/04/1888		Autorisation	1er groupe	DCD=Date connue d'après le dossier	AD13XIVM12/296/PRODUITS CHIMIQUES	1ERE CLASSE
2	Fabrication d'autres produits chimiques n.c.a.	C20.59Z	01/01/1894		Autorisation	1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	AD13XIVM12/296/PRODUITS CHIMIQUES	
3	Industrie chimique	C20	28/12/1998		Autorisation	1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	AD13 2069W8	Acide tartrique
4	Collecte et traitement des eaux usées	E37	28/12/1998		Autorisation	1er groupe		AD13 2069W8	
5	Stockage de produits chimiques (minéraux, organiques, notamment ceux qui ne sont pas associés à leur fabrication, ...)	V89.01Z	30/08/2001		Autorisation	1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	PREF - 2001 - 106	
6	Industrie chimique	C20	18/11/2005			1er groupe	AP=Arrêté préfectoral	PREF - 2005 - 162A	mise en demeure : usine de fabrication

									d'acide tartrique

Produit(s) utilisé(s) ou généré(s) par l'activité du site :

n° de l'activité correspondante	Libellé produit	Code produit	Quantite m3	Quantité tonnes/semaine
1	Chlore, Chlorures, Hypochlorite (Hypochlorite de sodium = eau de javel)	D05		
1	Acides (minéraux ou organiques)	D01		
2				
3	Acides (minéraux ou organiques)	D01		
4				
5	PRODUITS CHIMIQUES (naturels ou synthétiques)	D		
6	Acides (minéraux ou organiques)	D01		

Exploitant(s) du site :

Nom de l'exploitant ou raison sociale	Date de début d'exploitation (*)	Date de fin d'exploitation (*)
ROUX DE FRAISSINET/MANTE LEGRE ET CIE	01/01/1894	
Legre Mante		

Accidents :

Date (*)	Type d'accident	Type de pollution	Milieu touché	Impact	Référence rapport
11/05/2006	rejet d'un liquide boueux dans la colline		?	?	PREF- 2005 - 162A

Commentaire(s) : Legre-Mante (Installation classée Préfecture 13) Ancienne usine de plomb Hilarion Roux crée en 186.
Le site a été divisé en trois parties dont 2 ont été réaménagées.

6 - Utilisations et projets

Nombre d'utilisateur(s) actuel(s) : Unique
Site en friche : Non
Site réaménagé : Non
Commentaire : Legre-Mante (Installation classée Préfecture 13)

7 - Utilisateurs

Utilisateurs :

Nom utilisateur	Type d'utilisateur	Statut utilisateur
Legre-Mante	Entreprise privée ou son représentant	

8 - Environnement

Milieu d'implantation : Urbain
Formation superficielle : Sables/Graviers/Galets
Type de nappe : Libre
Nom de la nappe : Bassin du Beausset
Type d'aquifère : Poreux
Code du système aquifère : 166
Nom du système aquifère : BASSIN DU BEAUSSET

9 - Etudes et actions

Etude(s) connue(s) ? : Oui
Requalification paysagère connue ? : Non

Sélection des sites	Test de sélection des sites	Date de première étude connue (*)	Nature de la décision

10 - Document(s) associé(s)

	Nom	Origine	Type	Ordre
−		PREF - 2003 - 63A	Image	130

11 - Bibliographie

Source d'information : AD13XIV12/296/PRODUITS CHIMIQUES ; AD13 1811w56 65-1992
AD13_1874w26_61_1996A
AD13 1570w79 29-1980 ; AD13_1570W257_61_1984

Chronologie de l'information : enquêtes mairies : consultation du 04/03/2002 consultation du 23/04/2013

Autre(s) source(s) : PREF - 2001 - 106 PREF - 2001 - 155A PREF - 2002 - 128A PREF - 2003 - 63A PREF - 2005 - 162A PREF - 2007 - 181A

Donnée(s) complémentaire (s) : AD13_1874w26_61_1996A AD13 2069W8 BASOL

12 - Synthèse historique

13 - Etudes et actions Basol

(*) La convention retenue pour l'enregistrement des dates dans la banque de données BASIAS est la suivante :
- si la date n'est pas connue, le champ est saisi ainsi : 01/01/1111, ou sans date indiquée.
- si les dates ne sont pas connues mais qu'une chronologie relative a pu être établie dans une succession d'activités, d'exploitants, de propriétaires, ...etc., les champs "date" sont successivement :

- - 01/01/1111,
- - 01/01/1112,
- - 01/01/1113,
- - ou sans date indiquée,

- si l'année seule est connue, le champ date est : 01/01/année précise,
- si la date est connue précisément, elle est notée : jour/mois/année.

Pollution des sols : BASOL

Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

Télécharger au format CSV

Région : Provence-Alpes-Côte d'Azur
Département : 13
Site BASOL numéro : 13.0091
Situation technique du site : Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre
Date de publication de la fiche : 09/09/2013
Auteur de la qualification : DREAL Subdivision sde Marseille.

Localisation et identification du site

Nom usuel du site : LEGRE MANTE Ancienne usine en activité (Partie C)
Localisation :
Commune : Marseille
Arrondissement :
Code postal : 13008 - **Code INSEE :** 13055 (852 395 habitants)
Adresse : 195, avenue de la Madrague de Montredon
Lieu-dit : Madrague - Montredon
Agence de l'eau correspondante : Rhône - Méditerranée - Corse
Code géographique de l'unité urbaine : 00759 : Marseille - Aix-en-Provence (1 558 379 habitants)

Géoréférencement :

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT93	891639	6239847	Autre	Site

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT II ETENDU	845637	1808005	Adresse (numéro)	

Parcelles cadastrales :

Cadastre			Section cadastrale	N° de parcelle	Précision parcellaire	Source documentaire	Observations
Nom	Arrondissement	Date					
Marseille			0O	54		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	PARTIE B
Marseille			0O	41		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	PARTIE C
Marseille			0O	88		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	PARTIE C
Marseille			0O	175		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	PARTIE A

Plan(s) cartographique(s) :

Aucun plan n'a été transféré pour le moment.

Responsable(s) actuel(s) du site : EXPLOITANT (si ICPE ancienne dont l'exploitant existe encore ou ICPE en activité)
Nom : LEGRE MANTE partie en activité
il s'agit DU DERNIER EXPLOITANT

Qualité du responsable : PERSONNE MORALE PRIVEE

Propriétaire(s) du site :

Nom	Qualité	Coordonnées
SFPT	PERSONNE MORALE PRIVEE	

Caractérisation du site à la date du 03/09/2013

Description du site :

LEGRE - MANTE Partie : Ancienne usine en activité- Marseille (8°)- 13-

* L'ancienne usine est implantée depuis la fin du XIXème au quartier de la Madrague de Montredon à Marseille sur une superficie d'environ 2,5 ha. Au 19ème siècle, elle produisait de l'acide sulfurique et du plomb par grillage de galène. Les parties du site siège des activités anciennes font l'objet d'une fiche BASOL spécifique.

* L'activité récente, s'étendait sur les terrains appelés "zone C "; elle consiste à fabriquer des produits tartriques utilisés comme agent acidulant dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique - capacité de production = 4 000 t/an.

* L'établissement a été autorisé par l'AP du 11/02/1982. la société LEGRE MANTE a été placée en liquidation judiciaire le 23/8/2009

Description qualitative :
*L'ESR prescrite par l'AP du 16/06/1999 a été remise en Décembre 2001 suite à AP de mise en demeure du

14/11/2001. Elle concerne la partie du site appelée " C". Sans attendre les résultats de l'ESR, des mesures de prévention de la pollution du sol et du sous-sol ont été mises en place telles que rétentions autour des stockages.

*L'ESR range cette partie du site en activité:
- en classe 1 pour le milieu d'exposition: sol et l'EDR a été lancée;
- en classe 2 pour le milieu d'exposition: eau superficielle;

*Des investigations approfondies sont donc apparues nécessaires pour déterminer les modalités de traitement global du site (partie anciennes appelées: A et B d'une part et la partie en activité =C).

*C'est ainsi que les terrains où est construite la station d'épuration (AP du 22/06/98) des effluents ont été excavés (8.000m3) afin de les traiter conjointement avec les terres polluées issue de la zone hors activité (stockage d'attente mis en sécurité -cf fiche spécifique sur partie du site hors activité). Le fond de fouille a été vérifié par l'APAVE.

*L'EDR a été affinée et complétée par des sondages effectués sur le secteur des anciennes cuves à fuel,sur celui des stockages d'acides ,ainsi que des zones appelées 1 et 2. Un suivi piézométrique est mis en place depuis le 3°trim 2003 afin d'aviser de l'impact éventuel sur les eaux souterraines (pas d'anomalies).

*La société LEGRE MANTE a été placée en liquidation judiciaire le 23/8/2009. Suivant le jugement du Tribunal de Commerce de Marseille du 20/10/2010 la SA SFPT reprend la suite de la SA LEGRE MANTE, elle reprend le site en l'état et c'est à elle qu'incombe la réhabilitation du site, d'un point de vue civil. L'AP de mise en demeure du 20/8/2009 impose, entre autres, au mandataire judiciaire des mesures d'interdiction d'accès au site, la purge de la station de traitement et l'élimination des déchets.

*Le mémoire de réhabilitation du site des établissements LEGRE MANTE à été rédigé en Novembre 2010. Un permis de construire à été déposé le 27/12/2010. La SFPT a signé un compromis de vente des terrains avec le groupe OCEANIS PROMOTION qui mene le projet « CAP MARIN ». Ce projet comporte 285 logements avec espaces paysagers et parc de stationnement (Partie C et Nord A) et 34 villas avec jardin privatif (Sud A). Le plan de gestion adopté par la SFPT (transmis le 29/07/2011) ne prévoit pas l'instauration de Servitude d'Utilité Publiques (SUP) pour les Parties A et C. L'étude de faisabilité du projet permet de conclure que les matériaux d'excavations pourront être valorisables sur site ou en envoyés en ISDI, ou ISDND selon les teneurs de polluants. Il est prévu 74000 m3 à cribler, 45300 m3 envoyés en ISDI et 30000 m3 envoyés en ISDND. L'AP du 21/2/2012 fixe les dispositions pour la réhabilitation du site (hors partie B).

Description du site

Origine de l'action des pouvoirs publics : CIRCULAIRE DU 3 AVRIL 1996

Origine de la découverte :

- [ ] Recherche historique
- [x] Transactions
- [x] cessation d'activité, partielle ou totale
- [x] Demande de l'administration
- [ ] Pollution accidentelle
- [ ] Travaux
- [ ] Dépôt de bilan
- [ ] Information spontanée
- [ ] Analyse captage AEP ou puits ou eaux superficielles

Autre :

Types de pollution :

- [ ] Dépôt de déchets
- [ ] Dépôt enterré
- [x] Sol pollué
- [ ] Pollution non caractérisée
- [ ] Dépôt aérien
- [ ] Dépôt de produits divers
- [ ] Nappe polluée

Origine de la pollution ou des déchets ou des produits :

- [ ] Origine accidentelle
- [x] Pollution due au fonctionnement de l'installation
- [ ] Liquidation ou cessation d'activité
- [ ] Dépôt sauvage de déchets
- [ ] Autre

Activité : Chimie, parachimie, pétrole
Code activité ICPE : D

Situation technique du site

Evénement	Prescrit à la date du	Etat du site	Date de réalisation
Travaux de traitement		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Plan de gestion		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	30/05/2011
Evaluation simplifiée des risques (ESR)	16/06/1999	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	15/01/2002
Plan de gestion	13/02/2012		30/07/2013

	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre

* ESR a été réalisé et classe le site en 1 pour les sols et en 2 pour les eaux superficielles;

* suivi piézo mis en place

Les travaux de réhanbilitation sont prescrits par AP du 13/02/2012

Rapports sur la dépollution du site : *Aucun document n'a été transféré pour le moment.*

Caractérisation de l'impact

Déchets identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de déchets) :

- ☐ Déchets non dangereux
- ☐ Déchets dangereux
- ☐ Déchets inertes

Produits identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de produits) :

- ☐ Ammonium
- ☐ Arsenic (As)
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chlorures
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ Cyanures
- ☐ H.A.P.
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ PCB-PCT
- ☐ Pesticides
- ☐ Substances radioactives
- ☐ Plomb (Pb)
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ Sulfates
- ☐ TCE (Trichloroéthylène)
- ☐ Zinc (Zn)

Autres :

Polluants présents dans les sols :

- ☐ Ammonium
- ☑ Arsenic (As)
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ BTEX
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chlorures
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cobalt (Co)
- ☑ Cuivre (Cu)
- ☐ Cyanures
- ☐ H.A.P.
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ PCB-PCT
- ☐ Pesticides
- ☑ Plomb (Pb)
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ Substances radioactives
- ☐ Sulfates
- ☐ TCE
- ☐ Zinc (Zn)

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les sols :
Aucun

Polluants présents dans les nappes :

- ☐ Aluminium (Al)
- ☐ Ammonium
- ☐ Arsenic (As)
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ BTEX
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chlorures
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ Cyanures
- ☐ Fer (Fe)
- ☐ H.A.P.
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ PCB-PCT
- ☐ Pesticides
- ☐ Plomb (Pb)
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ Substances radioactives
- ☐ Sulfates
- ☐ TCE
- ☐ Zinc (Zn)

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les nappes :
Aucun

Polluants présents dans les sols ou les nappes :

- [ ] Ammonium
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] H.A.P.
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] TCE (Trichloroéthylène)
- [x] Arsenic (As)
- [ ] BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- [ ] Chlorures
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cyanures
- [x] Hydrocarbures
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)

Autres :

Risques immédiats :

- [ ] Produits inflammables
- [ ] Produits explosifs
- [ ] Produits toxiques
- [ ] Produits incompatibles
- [ ] Risque inondation
- [ ] Risque inondation
- [ ] Fuites et écoulements
- [ ] Accessibilité au site

Importance du dépôt ou de la zone polluée :
Tonnage (tonne) : 0
Volume (m3) : 74000
Surface (ha) :

Informations complémentaires :
Aucune

Environnement du site

Zone d'implantation :
Habitat : DENSE
Industrie : LOURDE

Hydrogéologie du site :

- [ ] Absence de nappe.
- [x] Présence d'une nappe.

Utilisation de la nappe :

- [x] Aucune utilisation connue
- [ ] A.E.P.
- [ ] Puits privés
- [ ] Agriculture, industries agroalimentaires
- [ ] Autres industries
- [ ] Autre :

Utilisation actuelle du site :

- [ ] Site industriel en activité.
- [x] Site industriel en friche.
- [ ] Site ancien réutilisé

Impacts constatés :

- [ ] Captage AEP arrêté (aduction d'eau potable)
- [ ] Teneurs anormales dans les eaux superficielles et/ou dans les sédiments
- [ ] Teneurs anormales dans les eaux souterraines
- [ ] Teneurs anormales dans les végétaux destinés à la consommation humaine ou animale
- [ ] Plaintes concernant les odeurs
- [ ] Teneurs anormales dans les animaux destinés à la consommation humaine
- [x] Teneurs anormales dans les sols
- [ ] Santé
- [ ] Sans

☐ Inconnu
☐ Pas d'impact constaté après dépollution

Surveillance du site

Milieu surveillé :

☐ Eaux superficielles, fréquence (n/an) :
☑ Eaux souterraines, fréquence (n/an) : 04

Etat de la surveillance :

☐ Absence de surveillance justifiée
Raison :

☐ Surveillance différée en raison de procédure en cours
Raison :

Début de la surveillance :
Arrêt effectif de la surveillance :
Résultat de la surveillance à la date du 01/12/2003 : 1 LA SITUATION RESTE STABLE
Résultat de la surveillance, autre :

Restrictions d'usage et mesures d'urbanisme

Restriction d'usage sur :

☐ L'utilisation du sol (urbanisme)
☐ L'utilisation du sous-sol (fouille)
☐ L'utilisation de la nappe
☐ L'utilisation des eaux superficielles
☐ La culture de produits agricoles
Un changement d'usage est envisagé sur ce site :
☑ Zone résidentielle
☐ Zone agricole
☐ Zone naturelle
☑ Espaces verts accueillant du public
☐ Équipements sportifs
☐ Commerce, artisanat
☑ Parking
☐ École
☐ Autres établissements recevant du public
Si autre :

Mesures d'urbanisme réalisées :

☐ Servitude d'utilité publique (SUP)
Date de l'arrêté préfectoral :

☐ Porter à connaissance risques, article L121-2 du code de l'urbanisme
Date du document actant le porter à connaissance risques L121-2 code de l'urbanisme :

☐ Restriction d'usage entre deux parties (RUP)
Date du document actant la RUP :

☐ Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'Etat (RUCPE)
Date du document actant la RUCPE :

☐ Projet d'intérêt général (PIG)
Date de l'arrêté préfectoral :

☑ Inscription au plan local d'urbanisme (PLU)

☐ Acquisition amiable par l'exploitant

☐ Arrêté municipal limitant la consommation de l'eau des puits proche du site

Informations complémentaires :

Traitement effectué

☑ **Mise en sécurité du site**
☑ Interdiction d'accès

- [x] Gardiennage
- [ ] Evacuation de produits ou de déchets
- [ ] Pompage de rabattement ou de récupération
- [ ] Reconditionnement des produits ou des déchets

Autre :

- [ ] **Traitement des déchets ou des produits hors site ou sur le site**
  - [ ] Stockage déchets dangereux
  - [ ] Stockage déchets non dangereux
  - [ ] Confinement sur site
  - [ ] Physico-chimique
  - [ ] Traitement thermique

Autre :

- [ ] **Traitement des terres polluées**
  - [ ] Stockage déchets dangereux
  - [ ] Stockage déchets non dangereux
  - [ ] Traitement biologique
  - [ ] Traitement thermique
  - [ ] Excavation des terres
  - [ ] Lessivage des terres
  - [ ] Confinement
  - [ ] Stabilisation
  - [ ] Ventilation forcée
  - [ ] Dégradation naturelle

Autre :

- [ ] **Traitement des eaux**
  - [ ] Rabattement de nappe
  - [ ] Drainage

Traitement :

- [ ] Air stripping
- [ ] Vapour stripping
- [ ] Filtration
- [ ] Physico-chimique
- [ ] Biologique
- [ ] Oxydation (ozonation...)

Autre :

Imprimer la fiche Pour tout commentaire Contactez-nous

A3.4	**Fiches BASIAS et BASOL des sites SAMENA et l'ESCALETTE**

Pollution des sols : BASOL

Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

Télécharger au format CSV

Région : Provence-Alpes-Côte d'Azur
Département : 13
Site BASOL numéro : 13.0097
Situation technique du site : Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre
Date de publication de la fiche : 06/01/2018
Auteur de la qualification : DREAL Subdivision de Marseille.

Localisation et identification du site

Nom usuel du site : L'ESCALETTE - Terrains Conseil Général
Localisation :
Commune : Marseille
Arrondissement :
Code postal : 13008 - **Code INSEE :** 13055 (852 395 habitants)
Adresse :
Lieu-dit : La Madrague - L'Escalette
Agence de l'eau correspondante : Rhône - Méditerranée - Corse
Code géographique de l'unité urbaine : 00759 : Marseille - Aix-en-Provence (1 558 379 habitants)

Géoréférencement :

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT93	891132	6239061	Autre	

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT II ETENDU	846653	1809531	Commune (centre)	

Parcelles cadastrales :

Cadastre			Section cadastrale	N° de parcelle	Précision parcellaire	Source documentaire	Observations
Nom	Arrondissement	Date					
Marseille				0	Site non localisable	GEOPORTAIL	

Plan(s) cartographique(s) :

Aucun plan n'a été transféré pour le moment.

Responsable(s) actuel(s) du site : PROPRIETAIRE

il s'agit DU DERNIER EXPLOITANT

Qualité du responsable : PERSONNE MORALE PUBLIQUE
Le site fait l'objet d'une intervention de l'ADEME
Propriétaire(s) du site :

Nom	Qualité	Coordonnées
CONSEIL GENERAL DES BOUCHES DU RHONE	PERSONNE MORALE PUBLIQUE	

Caractérisation du site à la date du 05/01/2018

Description du site :
ESCALETTE - Propriété CONSEIL GENERAL - Marseille 8° - 13-

* Ce site est proche de celui de l'ancienne fonderie de plomb (propriété de SMPI) ; il est implanté à Marseille quartier Montredon l'Escalette" à proximité de la mer sur une superficie d'environ 50 ha. Il est propriété du Conseil Général.

* Il est essentiellement occupé par plusieurs crassiers constitués historiquement par les déchets (scories) issus de la fonderie de plomb qui fut en activité jusque dans les années 1920. Il comprend aussi une partie des conduits de cheminée épousant la ligne de pente jusqu'au sommet de la colline (longueur d'environ 500 m).

* Les crassiers (volumes stockés d'environ 10 000 m3) sont situés à proximité de l'ancienne usine (Vallon de l'Escalette) mais aussi répartis à l'extérieur du site,en bordure du littoral.

Description qualitative :
* Sur ce site bien spécifique, les études de diagnostic (ESR/EDR) ont été demandées par les AP des 03/01/2000 et 07/02/2000. A la suite d'un appel d'offres lancé par le Conseil Général, pour désigner un bureau d'études spécialisé, les études de diagnostic ont été réalisées avec retard courant 2001.

* Sans attendre les résultats, des mesures de mise en sécurité ont été prescrites par l'AP du 07/06/2000 et réalisées : panneaux de signalisation pour baliser les crassiers, cheminée, galerie et interdire les accès.

* Ces études mettent en évidence une présence importante de plomb et des travaux "lourds" de confinement de crassiers à réaliser. Le projet de réhabilitation (remis début 2003) prévoyant ce confinement a été examiné puis

approuvé (il est estimé à environ 1 million d'€).

* Dès janvier 2002, a été installé un groupe de travail "Bord de Mer" animé par la DRIRE et présidé par la préfecture, prenant en compte les anciens sites industriels de ce secteur géographique en bordure du rivage de Marseille Sud (de Montredon à Callelongue).

* Suite aux résultats de l'étude des risques sanitaires effectuée par l'INVS, un communiqué de presse de la préfecture (13/07/2005) a interdit la pêche et la consommation de fruits de mer sur toute la zone.

* Dans ce cadre, un inventaire global des pollutions (2005), demandé par la DRIRE, a montré que la zone polluée la plus importante était celle de l'Escalette, sa réhabilitation est donc prioritaire. Or, la jurisprudence récente a établi que la responsabilité du propriétaire : le Conseil Général , n'était pas mobilisable dans cette configuration (détenteur de fait). Cependant, celui-ci, dans le cadre du groupe de travail présidé par la préfecture(et mentionné ci -dessus) , est prêt à financer les travaux, et a réservé un crédit de 1 million d'euros.

Le cas de ce site est pris en compte avec les autres de ce secteur géographique ,en bordure du rivage de Marseille -Sud, et anciennement industriel au XIXè siècle, dans le cadre d'un groupe de travail "Bord de mer" installé en janvier 2002 (présidé par la préfecture et animé par la DRIRE) avec le Conseil Général, la Ville de Marseille et la CUMPM, le GIP des Calanques, le Service Maritime, l'Agence de l'Eau, l'ADEME.

Dans ce cadre a été réalisée par l'INVS, une étude globale des risques sanitaires (2004-2005). Suite aux résultats, (concernant en particulier les incidences du Plomb et de l'arsenic) un communiqué de presse de la Préfecture daté du 13/07/2005 a interdit l'accès au abords de la plage de Samena (sans pour autant interdire la baignade) ainsi que la pêche et la consommation des fruits de mer sur toute la zone (contamination des sédiments et de la matière vivante). Ces interdictions ont fait l'objet d'un balisage et de panneaux implantés à l'été 2005 par le Conseil Général, pour informer la population des risques sanitaires. De plus, les mesures de la qualité des eaux de mer ,en bordure du rivage, déjà réalisées n'ont pas montré d'anomalies ;il n'y a pas de suivi piézo ,la nappe étant saumâtre.

Un inventaire des dépôts (reperage cartographique, dimensions, caractéristiques) a été effectué et demontre la présence d'un total de 77 dépôts de Montredon jusqu'à Callelongue; 29ha sont concernés sur les 260ha qui correspondent au secteur d'étude de LA MADRAGUE au village DES GOUDES. Ces dépôts sont hétérogènes.

Le grenelle de l'environnement ainsi que la création du parc naturel des Calanques ont facilité là prise en charge par les pouvoirs publics et les collectivités locales de la mise en sécurité de ces secteurs pollués. En effet, la séance du 11/12/2008 du Conseil National de la Protection de la Nature a classé les espaces pollués et dégradés du parc comme étant la priorité d'intervention des pouvoirs publics en terme de financement.

Par arrêté du 15/03/2012, l'ADEME a été désignée comme maitre d'ouvrage pour les travaux de mise en sécurité des calanques polluées situées entre Samena et Callelongue. Le projet de réhabilitation comporte deux phases, la première consiste à élaborer un plan de gestion et la seconde à réaliser les travaux de réhabilitation. Pour chaque site, un programme de travaux sera décliné. Ces travaux vont principalement consister à retirer et/ou confiner les dépôts.

Depuis 2014, les services de l'Etat, le Parc national des Calanques et les collectivités échangent sur la forme que devront prendre les différentes mesures de mise en sécurité des dépôts. En effet, les dépôts se trouvent en cœur de Parc national et sur un site classé au titre de la loi de 1930, ce qui implique l'obligation d'intégrer les futurs aménagements au point de vue paysager.
Fin 2017, les divers exigences sanitaires, paysagères et environnementales sont en cours de finalisation dans l'avant-projet, et l'Ademe pourra sans doute lancer la phase projet en 2018. Il s'agit de définir précisément les travaux sur chacun des dépôts, de solliciter les autorisations administratives nécessaires, puis, après leur obtention, de lancer la réalisation des travaux.

Description du site

Origine de l'action des pouvoirs publics : AUTRE
Date de la découverte : 01/04/1999

Origine de la découverte :

- ☐ Recherche historique
- ☐ Travaux
- ☐ Transactions
- ☐ Dépôt de bilan
- ☐ cessation d'activité, partielle ou totale
- ☐ Information spontanée
- ☑ Demande de l'administration
- ☐ Analyse captage AEP ou puits ou eaux superficielles
- ☐ Pollution accidentelle

Autre : Demande d'information du Conseil Municipal de Marseille

Types de pollution :

- ☑ Dépôt de déchets
- ☑ Dépôt aérien
- ☐ Dépôt enterré
- ☐ Dépôt de produits divers
- ☐ Sol pollué
- ☐ Nappe polluée
- ☐ Pollution non caractérisée

Origine de la pollution ou des déchets ou des produits :

- ☐ Origine accidentelle
- ☑ Pollution due au fonctionnement de l'installation
- ☐ Liquidation ou cessation d'activité
- ☐ Dépôt sauvage de déchets
- ☐ Autre

Activité : Fonderie des métaux non ferreux
Code activité ICPE : J52

Situation technique du site

Evénement	Prescrit à la date du	Etat du site	Date de réalisation
Plan de gestion		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Etude de traitabilité	07/02/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	17/12/2003
Evaluation détaillée des risques (EDR)	07/02/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	17/12/2001
Diagnostic approfondi	07/02/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Evaluation simplifiée des risques (ESR)	07/02/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Travaux d'office ADEME	15/03/2012	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	

* L' AP en date du 07/06/2000 a prévu des mesures d'urgence pour la mise en sécurité du site qui ont été réalisées.

* Dans le cadre de l'intervention de l'ADEME, une étude a été confiée au bureau BURGEAP pour établir un plan de gestion dans un premier temps puis les travaux de réhabilitation.

Rapports sur la dépollution du site : *Aucun document n'a été transféré pour le moment.*

Caractérisation de l'impact

Déchets identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de déchets) :

- ☐ Déchets non dangereux
- ☑ Déchets dangereux
- ☐ Déchets inertes

Produits identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de produits) :

- ☐ Ammonium
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ H.A.P.
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ Pesticides
- ☑ Plomb (Pb)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Sulfates
- ☐ Zinc (Zn)
- ☑ Arsenic (As)
- ☐ BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- ☐ Chlorures
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cyanures
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ PCB-PCT
- ☐ Substances radioactives
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ TCE (Trichloroéthylène)

Autres :

Polluants présents dans les sols :

- ☐ Ammonium
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ H.A.P.
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ Pesticides
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ Sulfates
- ☐ Zinc (Zn)
- ☑ Arsenic (As)
- ☐ BTEX
- ☐ Chlorures
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cyanures
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ PCB-PCT
- ☑ Plomb (Pb)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Substances radioactives
- ☐ TCE

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les sols :
Aucun

Polluants présents dans les nappes :

- [ ] Aluminium (Al)
- [ ] Ammonium
- [ ] Arsenic (As)
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] BTEX
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chlorures
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] Cyanures
- [ ] Fer (Fe)
- [ ] H.A.P.
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Pesticides
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] Substances radioactives
- [ ] Sulfates
- [ ] TCE
- [ ] Zinc (Zn)

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les nappes :
Aucun

Polluants présents dans les sols ou les nappes :

- [ ] Ammonium
- [ ] Arsenic (As)
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chlorures
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] Cyanures
- [ ] H.A.P.
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Pesticides
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] TCE (Trichloroéthylène)
- [ ] Zinc (Zn)

Autres :

Risques immédiats :

- [ ] Produits inflammables
- [ ] Produits explosifs
- [ ] Produits toxiques
- [ ] Produits incompatibles
- [ ] Risque inondation
- [ ] Risque inondation
- [ ] Fuites et écoulements
- [ ] Accessibilité au site

Importance du dépôt ou de la zone polluée :
Tonnage (tonne) :
Volume (m3) :
Surface (ha) : 0

Informations complémentaires :
Aucune

Environnement du site

Zone d'implantation :
Habitat : DENSE
Zone : AGRICOLE

Hydrogéologie du site :

- [ ] Absence de nappe.
- [x] Présence d'une nappe.

Utilisation de la nappe :

- [x] Aucune utilisation connue
- [ ] A.E.P.
- [ ] Puits privés
- [ ] Agriculture, industries agroalimentaires
- [ ] Autres industries
- [ ] Autre : Proximité de la mer

Utilisation actuelle du site :

- ☐ Site industriel en activité.
- ☑ Site industriel en friche.
- ☐ Site ancien réutilisé

Impacts constatés :

- ☐ Captage AEP arrêté (aduction d'eau potable)
- ☐ Teneurs anormales dans les eaux superficielles et/ou dans les sédiments
- ☐ Teneurs anormales dans les eaux souterraines
- ☐ Teneurs anormales dans les végétaux destinés à la consommation humaine ou animale
- ☐ Plaintes concernant les odeurs
- ☐ Teneurs anormales dans les animaux destinés à la consommation humaine
- ☐ Teneurs anormales dans les sols
- ☐ Santé
- ☐ Sans
- ☐ Inconnu
- ☐ Pas d'impact constaté après dépollution

Présence de dépôts - crassiers non encore investigués

Surveillance du site

Milieu surveillé :

- ☐ Eaux superficielles, fréquence (n/an) :
- ☑ Eaux souterraines, fréquence (n/an) : 02

Autre : mis en place début 2004 puis arrêté

Etat de la surveillance :

- ☑ Absence de surveillance justifiée

Raison : Autre

- ☐ Surveillance différée en raison de procédure en cours

Raison :

Début de la surveillance :
Arrêt effectif de la surveillance :
Résultat de la surveillance à la date du :
Résultat de la surveillance, autre :

Restrictions d'usage et mesures d'urbanisme

Restriction d'usage sur :

- ☐ L'utilisation du sol (urbanisme)
- ☐ L'utilisation du sous-sol (fouille)
- ☐ L'utilisation de la nappe
- ☐ L'utilisation des eaux superficielles
- ☐ La culture de produits agricoles

Mesures d'urbanisme réalisées :

- ☐ Servitude d'utilité publique (SUP)

Date de l'arrêté préfectoral :

- ☐ Porter à connaissance risques, article L121-2 du code de l'urbanisme

Date du document actant le porter à connaissance risques L121-2 code de l'urbanisme :

- ☐ Restriction d'usage entre deux parties (RUP)

Date du document actant la RUP :

- ☐ Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'Etat (RUCPE)

Date du document actant la RUCPE :

- ☐ Projet d'intérêt général (PIG)

Date de l'arrêté préfectoral :

- ☐ Inscription au plan local d'urbanisme (PLU)
- ☐ Acquisition amiable par l'exploitant
- ☐ Arrêté municipal limitant la consommation de l'eau des puits proche du site

Informations complémentaires :

Traitement effectué

- [x] **Mise en sécurité du site**
  - [x] Interdiction d'accès
  - [ ] Gardiennage
  - [ ] Evacuation de produits ou de déchets
  - [ ] Pompage de rabattement ou de récupération
  - [ ] Reconditionnement des produits ou des déchets

Autre :

- [ ] **Traitement des déchets ou des produits hors site ou sur le site**
  - [ ] Stockage déchets dangereux
  - [ ] Stockage déchets non dangereux
  - [ ] Confinement sur site
  - [ ] Physico-chimique
  - [ ] Traitement thermique

Autre :

- [ ] **Traitement des terres polluées**
  - [ ] Stockage déchets dangereux
  - [ ] Stockage déchets non dangereux
  - [ ] Traitement biologique
  - [ ] Traitement thermique
  - [ ] Excavation des terres
  - [ ] Lessivage des terres
  - [ ] Confinement
  - [ ] Stabilisation
  - [ ] Ventilation forcée
  - [ ] Dégradation naturelle

Autre :

- [ ] **Traitement des eaux**
  - [ ] Rabattement de nappe
  - [ ] Drainage

Traitement :

- [ ] Air stripping
- [ ] Vapour stripping
- [ ] Filtration
- [ ] Physico-chimique
- [ ] Biologique
- [ ] Oxydation (ozonation...)

Autre :

Imprimer la fiche Pour tout commentaire Contactez-nous

PAC1310002

Fiche Détaillée

Pour connaitre le cadre réglementaire et la méthodologie de l'inventaire historique régional, consultez le préambule départemental.

1 - Identification du site

Unité gestionnaire :	PAC
Créateur(s) de la fiche :	ct
Date de création de la fiche : (*)	12/02/2010
Nom(s) usuel(s) :	Usine de traitement de minerais de plomb
Etat de connaissance :	Inventorié
Visite du site :	Oui, site localisé
Date de la visite : (*)	24/06/2010

2 - Consultation à propos du site

Consultation des services déconcentrés de l'Etat ou collectivités territoriales :

Nom du service	Consultation du service	Date de consultation du service (*)	Réponse du service	Date de réponse du service (*)
MAIRIE	Oui	23/04/2013	Non	

3 - Localisation du site

Dernière adresse :	Route Goudes (des)
Localisation :	Marseille 8eme
Code INSEE :	13055
Commune principale :	MARSEILLE (13055)
Zone Lambert initiale :	Lambert II étendu
Précision centroïde	Mètre

Projection	L.zone (centroïde)	L2e (centroïde)	L93 (centroïde)	L2e (adresse)
X (m)	845 292	845 291	891 116	
Y (m)	1 807 335	1 807 334	6 239 175	
Préc.XY	Mètre			

Carte géologique :

Carte	Numéro carte	Huitième
MARSEILLE	1043	8

Commentaire(s) : 1043-8XI-0002

4 - Propriété du site

5 - Activités du site

Etat d'occupation du site : Activité terminée

Date de première activité : (*) 01/01/1111

Historique des activités sur le site :

N° activité	Libellé activité	Code activité	Date début (*)	Date fin (*)	Importance	groupe SEI	Date du début	Ref. dossier	Autres infos
1	Services de soutien aux industries extractives	B09	01/01/1111			1er groupe			
2	Démantèlement d'épaves, récupération de matières métalliques recyclables (ferrailleur, casse auto...)	E38.31Z	01/01/1111			1er groupe			

Commentaire(s) : Une partie en ruine, friche. Une autre partie sur laquelle s'est installé irrégulièrement un dépôt de ferrailles.

6 - Utilisations et projets

Site en friche : Partiellement

Site réaménagé : Partiellement

7 - Utilisateurs

8 - Environnement

Milieu d'implantation : Péri-urbain

Captage AEP : non

Distance captage AEP : 0

Formation superficielle : Sables/Graviers/Galets

Substratum : Calcaire compact

Zones de contraintes et d'interêts particuliers :

Type de zone ou d'intérêts particuliers	Distance (m)	Commentaire(s)
ZSC (zone spéciale de conservation)		
Site classé		
ZICO (zone d'intérêt communautaire pour la conservation des oiseaux)		
ZNIEFF2 (zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique)		

Code du système aquifère : 166

Nom du système aquifère : BASSIN DU BEAUSSET

9 - Etudes et actions

.

10 - Document(s) associé(s)

11 - Bibliographie

Source d'information : 1754w64 et 1754w65

12 - Synthèse historique

13 - Etudes et actions Basol

(*) La convention retenue pour l'enregistrement des dates dans la banque de données BASIAS est la suivante :
- si la date n'est pas connue, le champ est saisi ainsi : 01/01/1111, ou sans date indiquée.
- si les dates ne sont pas connues mais qu'une chronologie relative a pu être établie dans une succession d'activités, d'exploitants, de propriétaires, ...etc., les champs "date" sont successivement :

- - 01/01/1111,
- - 01/01/1112,
- - 01/01/1113,
- - ou sans date indiquée,

- si l'année seule est connue, le champ date est : 01/01/année précise,
- si la date est connue précisément, elle est notée : jour/mois/année.

PAC1309466

Fiche Détaillée

Pour connaitre le cadre réglementaire et la méthodologie de l'inventaire historique régional, consultez le préambule départemental.

1 - Identification du site

Unité gestionnaire : PAC
Créateur(s) de la fiche : gg
Date de création de la fiche : (*) 20/09/1999
Nom(s) usuel(s) : L'Escalette
Raison(s) sociale(s) de l'entreprise :

Raison sociale	Date connue (*)
Société anonyme de l'Escalette (1923) / SMPI	

Siège(s) social(aux) de l'entreprise :

Siège social	Date connue
12, place Vendome, Paris (1923)	25/05/2018

Etat de connaissance : Pollué connu
Autre(s) identification(s) :

Numéro	Organisme ou BD associée
13.0097	BASOL

Commentaire : Ce site est également lié à la fiche BASOL 13.0098

2 - Consultation à propos du site

Consultation des services déconcentrés de l'Etat ou collectivités territoriales :

Nom du service	Consultation du service	Date de consultation du service (*)	Réponse du service	Date de réponse du service (*)
MAIRIE	Oui	23/04/2013	Non	
DRIRE	Oui	03/03/2000		

3 - Localisation du site

Dernière adresse : Lieu dit Escallette l'
Localisation : Marseille 8, Quartier des Goudes
Code INSEE : 13055
Commune principale : MARSEILLE (13055)
Zone Lambert initiale : Lambert II étendu

Projection	L.zone (centroïde)	L2e (centroïde)	L93 (centroïde)	L2e (adresse)
X (m)	845 180	845 179	891 004	
Y (m)	1 807 270	1 807 269	6 239 111	

Carte géologique :

Carte	Numéro carte	Huitième
AUBAGNE	1044	8

Carte(s) et plan(s)

consulté(s) :

Carte consultée	Echelle	Année édition	Présence du site	Référence dossier
Plan d'ensemble	?	1857	Oui	
Cadastre	1/1500		Oui	

Commentaire(s) : 1043-8XI-0563, au sud de la calanque du Mauvais Pas

4 - Propriété du site

Nombre de propriétaires actuels : ?

Commentaire : 1950 : achat du terrain par M. Anselme Georges Denis (commerçant), 1996 : Société Méditerranéenne de Placements Immobiliers, 1999 : découpage en 8 lots dont une partie est louée.

5 - Activités du site

Etat d'occupation du site : Partiellement réaménagé et partiellement en friche

Date de première activité : (*) 01/01/1855

Origine de la date : DCD=Date connue d'après le dossier

Historique des activités sur le site :

N° activité	Libellé activité	Code activité	Date début (*)	Date fin (*)	Importance	groupe SEI	Date du début	Ref. dossier	Autres infos
1	Fonderie	C24.5	01/01/1855		Autorisation	1er groupe	DCD=Date connue d'après le dossier		

Exploitant(s) du site :

Nom de l'exploitant ou raison sociale	Date de début d'exploitation (*)	Date de fin d'exploitation (*)
Gautier	01/01/1855	
Société Anonyme de l'Escalette	01/01/1923	

Commentaire(s) : Ste. S.M.P.I. (installation classée autorisée)

6 - Utilisations et projets

Nombre d'utilisateur(s) actuel(s) : Multiple

Surface totale : 2,6 (en ha)

Code POS : NaZp

Site en friche : Partiellement

Site réaménagé : Partiellement

Réaménagement sensible : Oui

Projet de réaménagement :	Lotissement
Commentaire :	Le site sera classé en NDn intégral (protection intégrale et rénovation de l'habitat existant). Le secteur est situé dans le site classé des Calanques. Il s'agit d'un "espace remarquable" pour la DIREN

7 - Utilisateurs

8 - Environnement

Milieu d'implantation :	Péri-urbain
Substratum :	Calcaire compact
Commentaire(s) :	Situé dan sle site classé des Calanques

9 - Etudes et actions

Etude(s) connue(s) ? :	Oui
Requalification paysagère connue ? :	Non

Sélection des sites	Test de sélection des sites	Date de première étude connue (*)	Nature de la décision

10 - Document(s) associé(s)

11 - Bibliographie

Source d'information :	AD13/XIV M 12/196
Chronologie de l'information :	enquêtes mairies : consultation du 04/03/2002 consultation du 23/04/2013
Autre(s) source(s) :	BASOL

12 - Synthèse historique

13 - Etudes et actions Basol

(*) La convention retenue pour l'enregistrement des dates dans la banque de données BASIAS est la suivante :
- si la date n'est pas connue, le champ est saisi ainsi : 01/01/1111, ou sans date indiquée.
- si les dates ne sont pas connues mais qu'une chronologie relative a pu être établie dans une succession d'activités, d'exploitants, de propriétaires, ...etc., les champs "date" sont successivement :

- - 01/01/1111,
- - 01/01/1112,
- - 01/01/1113,
- - ou sans date indiquée,

- si l'année seule est connue, le champ date est : 01/01/année précise,
- si la date est connue précisément, elle est notée : jour/mois/année.

Pollution des sols : BASOL

Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

Télécharger au format CSV

Région : Provence-Alpes-Côte d'Azur
Département : 13
Site BASOL numéro : 13.0098
Situation technique du site : Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre
Date de publication de la fiche : 06/01/2018
Auteur de la qualification : DREAL Subdivision de Marseille.

Localisation et identification du site

Nom usuel du site : L'ESCALETTE - SMPI - Site de l'ancienne fonderie
Localisation :
Commune : Marseille
Arrondissement :
Code postal : 13008 - **Code INSEE :** 13055 (852 395 habitants)
Adresse : Chemin des Goudes
Lieu-dit : L'Escalette
Agence de l'eau correspondante : Rhône - Méditerranée - Corse
Code géographique de l'unité urbaine : 00759 : Marseille - Aix-en-Provence (1 558 379 habitants)

Géoréférencement :

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT93	891021	6239104	Autre	Centre du site

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT II ETENDU	846653	1809531	Commune (centre)	

Parcelles cadastrales :

Cadastre			Section cadastrale	N° de parcelle	Précision parcellaire	Source documentaire	Observations
Nom	Arrondissement	Date					
Marseille	8ème arrondissement		0A	2		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	4		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	5		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	7		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	8		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	9		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	30		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	42		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	43		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	72		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille			0A	39		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	38		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	71		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	40		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement		0A	41		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	

Plan(s) cartographique(s) :
- plan-cartographique-13.0098--1.jpg
- plan-cartographique-13.0098--2.pdf

Responsable(s) actuel(s) du site : PROPRIETAIRE

il s'agit DU DERNIER EXPLOITANT

Qualité du responsable : PERSONNE MORALE PRIVEE

Propriétaire(s) du site :

Nom	Qualité	Coordonnées
SMPI (Société Méditerranéenne de Placements Immobiliers)	PERSONNE MORALE PRIVEE	

Caractérisation du site à la date du 05/01/2018

Description du site :
ESCALETTE Terrains S.M.P.I. - Marseille 8° - 13-

* Le site de l'Escalette, situé en bordure de mer, quartier de Montredon - L'Escalette, fut le siège d'une fonderie de Plomb qui a fonctionné de 1850 à 1925. Elle employait 400 personnes en 1909, recevait 30 00 tonnes de minerais par an et était considéré comme l'une des plus importantes usine à Plomb de France. Cette fonderie traitait essentiellement de la Galène en provenance d'Espagne notament. Le site est addosé au massif des collines de Marseilleveyre.
Les terrains qui appartiennent à la société SMPI, d'une superficie de 4 ha, ne représentent qu'une partie des parcelles occupées par cette usine.

Description qualitative :
* Ce site a fait l'objet des études de diagnostics appelées ESR et EDR comme prescrites par l'AP du 17/07/1999.

* L'ESR du 14/02/200 (AP du 15/07/1999) L'ESR a mis en évidence des facteurs de pollution (dépôts de scories en profondeur et sur le terrain), des facteurs de transferts (eau de pluie, poussières des scories), des cibles (voisinage, promeneurs, restaurant, habitations. L'ESR classe le site en classe 1(nécessitant des investigations approfondies.

* L'AP de mesures d'urgences du 7/06/2000 fixe des prescriptions relatives à la mise en sécurité du site notamment la pose de portails et de panneaux de signalisation (été 2001) du fait de la fréquentation par les promeneurs et les risques liés aux failles et aux trous présents dans le corps restant de l'usine.

* L'EDR du 7/09/2000 démontre la présence de 3 zones fortement chargées en polluants métalliques (Plomb, Arsenic, Baryum, Cadmium et Zinc). La pollution des sédiments marins est avérée, pas celle de l'eau de mer. Les eaux souterraines ne sont que très faiblement touchées. D'un point de vue sanitaire, il existe des risques d'exposition par ingestion et inhalation.

* La solution préconisée par le bureau d'étude est de recouvrir les zones incriminées par au moins 30 cm de grave stabilisé. Cette solution n'a pas été retenue par les services de la DREAL qui ont demandé une réhabilitation plus rigoureuse.

* En 2000, la SMPI a gelé les dépenses afférentes à l'arrêté de Juillet 2000 en raison d'une assignation en nullité de la vente des terrains qu'elle a acquis en 1996 et engagée par le Conseil Général.

* L'AP du 3/04/2001 encadre les études complémentaires notamment dans la recherche de Plomb et Arsenic dans les terres des jardins sur les parcelle appartenant à la SMPI, sur les végétaux présents, dans les potagers cultivés et dans l'air ambiant à l'intérieur et extérieure des habitations. Cet arrêté a été annulé par le Tribunal Administratif de Marseille (en date du 28/06/2001) considérant que la condition d'urgence était remplie compte tenu de l'importance des études prescrites et des implications financières sur la situation de SMPI et d'autres part en considérant que « le moyen tiré de la simple qualité de propriétaire des parcelles était de nature à faire naître un doute sérieux quant à la légalité de la décision ». Les locataires du site ont été avertis par courrier de la SMPI de ne pas consommer les produits de leur jardin.

* Les mesures dans l'environnement réalisées par AIRMARAIX (hiver 2001/2002 et été 2003) n'ont pas mis en évidence d'anomalies pour les teneurs en métaux lourds dans les particules inhalables.

Le Tribunal de Grande Instance (TGI) de Marseille, a rendu un jugement le 15 Janvier 2009 prononçant la nullité de la vente du 29/02/1996. Le site est restitué à Monsieur ANSELME.

Le cas de ce site est pris en compte avec les autres de ce secteur géographique ,en bordure du rivage de Marseille -Sud, et anciennement industriel au XIXè siècle, dans le cadre d'un groupe de travail "Bord de mer" installé en janvier 2002 (présidé par la préfecture et animé par la DRIRE) avec le Conseil Général, la Ville de Marseille et la CUMPM, le GIP des Calanques, le Service Maritime, l'Agence de l'Eau, l'ADEME.

Dans ce cadre a été réalisée par l'INVS, une étude globale des risques sanitaires (2004-2005). Suite aux résultats, (concernant en particulier les incidences du Plomb et de l'arsenic) un communiqué de presse de la Préfecture daté du 13/07/2005 a interdit l'accès au abords de la plage de Samena (sans pour autant interdire la baignade) ainsi que la pêche et la consommation des fruits de mer sur toute la zone (contamination des sédiments et de la matière vivante). Ces interdictions ont fait l'objet d'un balisage et de panneaux implantés à l'été 2005 par le Conseil Général, pour informer la population des risques sanitaires. De plus, les mesures de la qualité des eaux de mer ,en bordure du rivage, déjà réalisées n'ont pas montré d'anomalies ;il n'y a pas de suivi piézo ,la nappe étant saumâtre.

Un inventaire des dépôts (reperage cartographique, dimensions, caractéristiques) a été effectué et demontre la présence d'un total de 77 dépôts de Montredon jusqu'à Callelongue; 29ha sont concernés sur les 260ha qui correspondent au secteur d'étude de LA MADRAGUE au village DES GOUDES. Ces dépôts sont hétérogènes.

Description du site

Origine de l'action des pouvoirs publics : AUTRE
Date de la découverte : 01/04/1999

Origine de la découverte :

☐ Recherche historique	☐ Travaux
☐ Transactions	☐ Dépôt de bilan
☐ cessation d'activité, partielle ou totale	☐ Information spontanée
☑ Demande de l'administration	☐ Analyse captage AEP ou puits ou eaux superficielles
☐ Pollution accidentelle	Autre : Demande d'information du Conseil Municipal de Marseille

Types de pollution :

☑ Dépôt de déchets	☐ Dépôt aérien
☐ Dépôt enterré	☐ Dépôt de produits divers

☑ Sol pollué ☐ Nappe polluée
☐ Pollution non caractérisée

Origine de la pollution ou des déchets ou des produits :

☐ Origine accidentelle
☑ Pollution due au fonctionnement de l'installation
☐ Liquidation ou cessation d'activité
☐ Dépôt sauvage de déchets
☐ Autre

Activité : Fonderie des métaux non ferreux
Code activité ICPE : J52

Situation technique du site

Evénement	Prescrit à la date du	Etat du site	Date de réalisation
Plan de gestion		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Evaluation détaillée des risques (EDR)	15/07/1999	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	09/07/2000
Evaluation simplifiée des risques (ESR)	15/07/1999	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	14/02/2000
Etude de traitabilité	03/04/2001	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	17/12/2003
Evaluation simplifiée des risques (ESR)	03/07/2001	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Travaux d'office ADEME	15/03/2012	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	

* L'annulation de l'AP par le T.A. de marseille gêne l'action de l'administration

* L'arrêté préfectoral de travaux d'office du 15/03/2012 confie à l'ADEME la maitrise d'ouvrage des études de conception du plan de gestion des pollutions.

Rapports sur la dépollution du site : *Aucun document n'a été transféré pour le moment.*

Caractérisation de l'impact

Déchets identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de déchets) :

☐ Déchets non dangereux
☑ Déchets dangereux
☐ Déchets inertes

Produits identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de produits) :

☐ Ammonium
☐ Baryum (Ba)
☐ Cadmium (Cd)
☐ Chrome (Cr)
☐ Cuivre (Cu)
☐ H.A.P.
☐ Mercure (Hg)
☐ Nickel (Ni)
☐ Pesticides
☑ Plomb (Pb)
☐ Solvants halogénés
☐ Sulfates
☐ Zinc (Zn)
☑ Arsenic (As)
☐ BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
☐ Chlorures
☐ Cobalt (Co)
☐ Cyanures
☐ Hydrocarbures
☐ Molybdène (Mo)
☐ PCB-PCT
☐ Substances radioactives
☐ Sélénium (Se)
☐ Solvants non halogénés
☐ TCE (Trichloroéthylène)

Autres :

Polluants présents dans les sols :

☐ Ammonium ☑ Arsenic (As)

- [x] Baryum (Ba)
- [x] Cadmium (Cd)
- [ ] Chrome (Cr)
- [x] Cuivre (Cu)
- [ ] H.A.P.
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] Sulfates
- [x] Zinc (Zn)
- [ ] BTEX
- [ ] Chlorures
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cyanures
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [x] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Substances radioactives
- [ ] TCE

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les sols :
Aucun

Polluants présents dans les nappes :

- [ ] Aluminium (Al)
- [ ] Arsenic (As)
- [ ] BTEX
- [ ] Chlorures
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cyanures
- [ ] H.A.P.
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)
- [ ] Ammonium
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] Fer (Fe)
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Substances radioactives
- [ ] TCE

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les nappes :
Aucun

Polluants présents dans les sols ou les nappes :

- [ ] Ammonium
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] H.A.P.
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] TCE (Trichloroéthylène)
- [ ] Arsenic (As)
- [ ] BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- [ ] Chlorures
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cyanures
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)

Autres :

Risques immédiats :

- [ ] Produits inflammables
- [ ] Produits explosifs
- [ ] Produits toxiques
- [ ] Produits incompatibles
- [ ] Risque inondation
- [ ] Risque inondation
- [ ] Fuites et écoulements
- [x] Accessibilité au site

Importance du dépôt ou de la zone polluée :
Tonnage (tonne) :
Volume (m3) :
Surface (ha) : 0.3

Informations complémentaires :
Aucune

Environnement du site

Zone d'implantation :
Habitat : DENSE
Zone : AGRICOLE

Hydrogéologie du site :

- [ ] Absence de nappe.
- [x] Présence d'une nappe.

Utilisation de la nappe :

- [x] Aucune utilisation connue
- [ ] A.E.P.
- [ ] Puits privés
- [ ] Agriculture, industries agroalimentaires
- [ ] Autres industries
- [ ] Autre : Proximité de la mer

Utilisation actuelle du site :

- [ ] Site industriel en activité.
- [x] Site industriel en friche.
- [x] Site ancien réutilisé

- [ ] Zone résidentielle
- [ ] Zone agricole
- [ ] Zone naturelle
- [ ] Espace vert accueillant du public
- [ ] Équipements sportifs
- [ ] Commerce, artisanat
- [ ] Parking
- [ ] École
- [x] Autres établissements recevant du public (ERP)
- [x] Autre : Habitations éparses - Présence d'un restaurant

Impacts constatés :

- [ ] Captage AEP arrêté (aduction d'eau potable)
- [ ] Teneurs anormales dans les eaux superficielles et/ou dans les sédiments
- [ ] Teneurs anormales dans les eaux souterraines
- [ ] Teneurs anormales dans les végétaux destinés à la consommation humaine ou animale
- [ ] Plaintes concernant les odeurs
- [ ] Teneurs anormales dans les animaux destinés à la consommation humaine
- [x] Teneurs anormales dans les sols
- [ ] Santé
- [ ] Sans
- [ ] Inconnu
- [ ] Pas d'impact constaté après dépollution

Présence de métaux lourds dans les sols et sous-sols

Surveillance du site

Milieu surveillé :

- [ ] Eaux superficielles, fréquence (n/an) :
- [x] Eaux souterraines, fréquence (n/an) : 4

Autre : Mesure sur la nappe lors des études en 2000

Etat de la surveillance :

- [x] Absence de surveillance justifiée

Raison : Autre

- [ ] Surveillance différée en raison de procédure en cours

Raison :

Début de la surveillance :
Arrêt effectif de la surveillance :
Résultat de la surveillance à la date du : 1 LA SITUATION RESTE STABLE
Résultat de la surveillance, autre :

Restrictions d'usage et mesures d'urbanisme

Restriction d'usage sur :

- ☐ L'utilisation du sol (urbanisme)
- ☐ L'utilisation du sous-sol (fouille)
- ☐ L'utilisation de la nappe
- ☐ L'utilisation des eaux superficielles
- ☐ La culture de produits agricoles

Mesures d'urbanisme réalisées :

☐ Servitude d'utilité publique (SUP)
Date de l'arrêté préfectoral :

☐ Porter à connaissance risques, article L121-2 du code de l'urbanisme
Date du document actant le porter à connaissance risques L121-2 code de l'urbanisme :

☐ Restriction d'usage entre deux parties (RUP)
Date du document actant la RUP :

☐ Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'Etat (RUCPE)
Date du document actant la RUCPE :

☐ Projet d'intérêt général (PIG)
Date de l'arrêté préfectoral :

☐ Inscription au plan local d'urbanisme (PLU)

☐ Acquisition amiable par l'exploitant

☐ Arrêté municipal limitant la consommation de l'eau des puits proche du site

Informations complémentaires :

Traitement effectué

☑ **Mise en sécurité du site**

- ☑ Interdiction d'accès
- ☐ Gardiennage
- ☐ Evacuation de produits ou de déchets
- ☐ Pompage de rabattement ou de récupération
- ☐ Reconditionnement des produits ou des déchets

Autre :

☐ **Traitement des déchets ou des produits hors site ou sur le site**

- ☐ Stockage déchets dangereux
- ☐ Stockage déchets non dangereux
- ☐ Confinement sur site
- ☐ Physico-chimique
- ☐ Traitement thermique

Autre :

☐ **Traitement des terres polluées**

- ☐ Stockage déchets dangereux
- ☐ Stockage déchets non dangereux
- ☐ Traitement biologique
- ☐ Traitement thermique
- ☐ Excavation des terres
- ☐ Lessivage des terres
- ☐ Confinement
- ☐ Stabilisation
- ☐ Ventilation forcée
- ☐ Dégradation naturelle

Autre :

☐ **Traitement des eaux**

- ☐ Rabattement de nappe
- ☐ Drainage

Traitement :

- ☐ Air stripping
- ☐ Vapour stripping

- [ ] Filtration
- [ ] Physico-chimique
- [ ] Biologique
- [ ] Oxydation (ozonation...)

Autre :

Imprimer la fiche Pour tout commentaire Contactez-nous

PAC1309503

Fiche Détaillée

Pour connaitre le cadre réglementaire et la méthodologie de l'inventaire historique régional, consultez le préambule départemental.

1 - Identification du site

Unité gestionnaire : PAC
Créateur(s) de la fiche : GG
Date de création de la fiche : (*) 18/07/2001
Nom(s) usuel(s) : Usine de Samena
Raison(s) sociale(s) de l'entreprise :

Raison sociale	Date connue (*)
Usine de soude chimique	

Etat de connaissance : Pollué connu
Sous surveillance : Oui
Commentaire : expoitée par Gautier, puis Gavet et Gourjon

2 - Consultation à propos du site

Consultation des services déconcentrés de l'Etat ou collectivités territoriales :

Nom du service	Consultation du service	Date de consultation du service (*)	Réponse du service	Date de réponse du service (*)
MAIRIE	Oui	23/04/2013	Non	
DRIRE	Oui	03/03/2000		

3 - Localisation du site

Dernière adresse : calanque de Samena
Localisation : Marseille 8,
Code INSEE : 13055
Commune principale : MARSEILLE (13055)
Zone Lambert initiale : Lambert II étendu

Projection	L.zone (centroïde)	L2e (centroïde)	L93 (centroïde)	L2e (adresse)
X (m)	845 190	845 189	891 017	
Y (m)	1 807 646	1 807 645	6 239 487	

4 - Propriété du site

5 - Activités du site

Etat d'occupation du site : Activité terminée

Date de première activité : (*) 01/01/1800
Date de fin d'activité : (*) 01/01/1890
Origine de la date : DCD=Date connue d'après le dossier
Historique des activités sur le site :

N° activité	Libellé activité	Code activité	Date début (*)	Date fin (*)	Importance	groupe SEI	Date du début	Ref. dossier	Autres infos
1	Fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base n.c.a.	C20.13B	01/01/1800	01/01/1890		1er groupe	DCD=Date connue d'après le dossier		

Commentaire(s) : site en cours de réhabilitation

6 - Utilisations et projets

Site en friche : Partiellement
Site réaménagé : Partiellement
Commentaire : site en cours de réhabilitation

7 - Utilisateurs

8 - Environnement

9 - Etudes et actions

.

10 - Document(s) associé(s)

11 - Bibliographie

Source d'information : DRIRE
Chronologie de l'information : enquêtes mairies : consultation du 04/03/2002 consultation du 23/04/2013
Autre(s) source(s) : BASOL

12 - Synthèse historique

13 - Etudes et actions Basol

(*) La convention retenue pour l'enregistrement des dates dans la banque de données BASIAS est la suivante :
- si la date n'est pas connue, le champ est saisi ainsi : 01/01/1111, ou sans date indiquée.

- si les dates ne sont pas connues mais qu'une chronologie relative a pu être établie dans une succession d'activités, d'exploitants, de propriétaires, ...etc., les champs "date" sont successivement :

- - 01/01/1111,
- - 01/01/1112,
- - 01/01/1113,
- - ou sans date indiquée,

- si l'année seule est connue, le champ date est : 01/01/année précise,
- si la date est connue précisément, elle est notée : jour/mois/année.

Pollution des sols : BASOL

Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

Télécharger au format CSV

Région : Provence-Alpes-Côte d'Azur
Département : 13
Site BASOL numéro : 13.0015
Situation technique du site : Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre
Date de publication de la fiche : 06/01/2018
Auteur de la qualification : DREAL Subdivision de Marseille.

Localisation et identification du site

Nom usuel du site : Calanque SAMENA
Localisation :
Commune : Marseille
Arrondissement :
Code postal : 13009 - **Code INSEE :** 13055 (852 395 habitants)
Adresse :
Lieu-dit : Calanque SAMENA
Agence de l'eau correspondante : Rhône - Méditerranée - Corse
Code géographique de l'unité urbaine : 00759 : Marseille - Aix-en-Provence (1 558 379 habitants)

Géoréférencement :

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT93	890960	6239433	Autre	Plage de la Calanque de Samena

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT II ETENDU	846653	1809531	Commune (centre)	

Parcelles cadastrales :

Cadastre			Section cadastrale	N° de parcelle	Précision parcellaire	Source documentaire	Observations
Nom	Arrondissement	Date					
Marseille	8ème arrondissement	04/01/2018	0M	92	Parcellaire parfait actuel	GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	
Marseille	8ème arrondissement	04/01/2018	0L	5	Parcellaire parfait actuel	GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	

Plan(s) cartographique(s) :
- plan-cartographique-13.0015--1.jpg

Responsable(s) actuel(s) du site : PROPRIETAIRE

il s'agit DU DERNIER EXPLOITANT

Qualité du responsable : PERSONNE MORALE PUBLIQUE
Le site fait l'objet d'une intervention de l'ADEME
Propriétaire(s) du site :

Nom	Qualité	Coordonnées
CONSEIL GENERAL des Bouches du Rhône	PERSONNE MORALE PUBLIQUE	

Caractérisation du site à la date du 05/01/2018

Description du site :
Site de la calanque "SAMENA " à Marseille -13-

Il s'agit d'un site implanté depuis de nombreuses années en bordure du littoral au lieu dit "Calanque de Saména".

Les anciennes activités industrielle exercées au XIXème siècle, essentiellement par des fonderie de plomb et des usines de fabrication de soude chimique, sur le littoral sud de Marseille, et plus précisément entre LA MADRAGUE et CALLELONGUE, ont impacté le sol et les sédiments marins sur ce territoire. En effet, de nombreux stockages de résidus pollués notamment en métaux lourds et l'utilisation ultérieure de ces matériaux comme remblai routier génèrent aujourd'hui des impacts sanitaires et environnementaux sur cette zone.

C'est à la suite de plaintes du voisinage relatant une activité illicite de récupération de ferrailles dans le secteur dans les années 2000 que les services de l'état se sont interrogés sur la qualité des sols. Faute d'exploitants responsable identifiables, des diagnostics ont été demandés au Conseil Général, principal propriétaire des terrains.

Description qualitative :
Les études de diagnostic de site (ESR - EDR) sont prévues par un AP du 19 sept. 2000 . Elles ont pour but d'évaluer la caractérisation de ces dépôts en bordure du rivage et de leur impact sur l'environnement.

Sans attendre les résultats de ces études, la préfecture a pris un AP d'urgence le 04/07/2000 prescrivant des mesures analytiques sur la nature des dépôts (caractérisation, lixiviation) et sur la qualité de l'eau de mer.

Les résultats ont été fournis (eau de mer non contaminée - présence limitée de Plomb et d'Arsenic dans les matériaux). Un dépôt de scories grisâtre partiellement végétalisé pouvant provenir d'un ancien four à chaux est situé à 10m de la mer, couvre une superficie de 2 000 m² environ sur une hauteur de 4m. Un deuxième dépôt de scories et de déchets de four recouvert de remblai plus récents en contact avec la mer qui proviendrait d'une fonderie située sur le site de Samena ou d'industries voisines. Ce dépôt apparaît sous forme de strates de 3m d'épaisseur.

Le Conseil Général - propriétaire des terrains - a réalisé au début de l'été 2001 différentes mesures de mise en sécurité (accès du site, confortement des talus par enrochement) et de prévention de l'environnement (renouvellement du sable en bordure du rivage).

L'étude complète relative à l'ensemble du site (avec terrains en partie arrière du bord de mer) a été remise courant 2002.Le projet de réhabilitation présenté à la fin du 1° trim 2003 a été examiné et approuvé (évacuation, stabilisation, intégration paysagère, imperméabilisation; montant de 280 K€). Une évaluation santé a été demandée en ce qui concerne la compatibilité avec les travaux envisagés.

Le cas de ce site a été pris en compte avec les autres de ce secteur géographique ,en bordure du rivage de Marseille -Sud, et anciennement industriel au XIXè siècle, dans le cadre d'un groupe de travail "Bord de mer" installé en janvier 2002 (présidé par la préfecture et animé par la DRIRE) avec le Conseil Général, la Ville de Marseille et la CUMPM, le GIP des Calanques, le Service Maritime, l'Agence de l'Eau, l'ADEME.

Dans ce cadre a été réalisée par l'INVS, une étude globale des risques sanitaires (2004-2005). Suite aux résultats, (concernant en particulier les incidences du Plomb et de l'arsenic) un communiqué de presse de la Préfecture daté du 13/07/2005 a interdit l'accès au abords de la plage de Samena (sans pour autant interdire la baignade) ainsi que la pêche et la consommation des fruits de mer sur toute la zone (contamination des sédiments et de la matière vivante). Ces interdictions ont fait l'objet d'un balisage et de panneaux implantés à l'été 2005 par le Conseil Général, pour informer la population des risques sanitaires. De plus, les mesures de la qualité des eaux de mer ,en bordure du rivage, déjà réalisées n'ont pas montré d'anomalies ;il n'y a pas de suivi piézo ,la nappe étant saumâtre.

Un inventaire des dépôts (reperage cartographique, dimensions, caractéristiques) a été effectué et demontre la présence d'un total de 77 dépôts de Montredon jusqu'à Callelongue; 29ha sont concernés sur les 260ha qui correspondent au secteur d'étude de LA MADRAGUE au village DES GOUDES. Ces dépôts sont hétérogènes.

Le grenelle de l'environnement ainsi que la projet de création du parc naturel des Calanques ont facilité la prise en charge de la mise en sécurité de ces sites par les pouvoirs publics. En effet, la séance du 11/12/2008 du Conseil National de la Protection de la Nature a classé les espaces pollués et dégradés du parc comme étant la priorité d'intervention des pouvoirs publics en terme de financement.

Par arrêté portant travaux d'office du 15 mars 2012, l'ADEME a été désignée maitre d'ouvrage pour les travaux de mise en sécurité des secteurs pollués des calanques situées entre Samena et Callelongue. Le projet de réhabilitation comporte deux phases, la première consiste à élaborer un plan de gestion et la seconde à réaliser les travaux de mise en sécurité . Pour chaque site, un programme de travaux sera décliné. Ces travaux vont principalement consister à retire et ou confiner les dépôts de scories.

Depuis 2014, les services de l'Etat, le Parc national des Calanques et les collectivités échangent sur la forme que devront prendre les différentes mesures de mise en sécurité des dépôts. En effet, les dépôts se trouvent en cœur de Parc national et sur un site classé au titre de la loi de 1930, ce qui implique l'obligation d'intégrer les futurs aménagements au point de vue paysager.
Fin 2017, les divers exigences sanitaires, paysagères et environnementales sont en cours de finalisation dans l'avant-projet, et l'Ademe pourra sans doute lancer la phase projet en 2018. Il s'agit de définir précisément les travaux sur chacun des dépôts, de solliciter les autorisations administratives nécessaires, puis, après leur obtention, de lancer la réalisation des travaux.

Description du site

Origine de l'action des pouvoirs publics : AUTRE
Date de la découverte : 04/05/2000

Origine de la découverte :

- ☐ Recherche historique
- ☐ Travaux
- ☐ Transactions
- ☐ Dépôt de bilan
- ☐ cessation d'activité, partielle ou totale
- ☐ Information spontanée
- ☑ Demande de l'administration
- ☐ Analyse captage AEP ou puits ou eaux superficielles
- ☐ Pollution accidentelle
- Autre : Demande d'infos du CIQ de la Madrague de Montredon

Types de pollution :

- ☑ Dépôt de déchets
- ☑ Dépôt aérien
- ☐ Dépôt enterré
- ☐ Dépôt de produits divers
- ☐ Sol pollué
- ☐ Nappe polluée
- ☐ Pollution non caractérisée

Origine de la pollution ou des déchets ou des produits :

- ☐ Origine accidentelle
- ☐ Pollution due au fonctionnement de l'installation
- ☐ Liquidation ou cessation d'activité
- ☐ Dépôt sauvage de déchets
- ☑ Autre

Activité : Déchets et traitements
Code activité ICPE : K

Situation technique du site

Evénement	Prescrit à la date du	Etat du site	Date de réalisation
Etude de traitabilité		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	01/12/2003
Plan de gestion		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Travaux de traitement		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Travaux de traitement	04/07/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	01/06/2001
Diagnostic approfondi	19/09/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	17/12/2001
Evaluation simplifiée des risques (ESR)	19/09/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	01/11/2001
Evaluation détaillée des risques (EDR)	19/09/2000	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	01/02/2002
Travaux d'office ADEME	15/03/2012	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	

* Etude complète de l'ensemble du site a été remise selon AP la prescrivant :19/09/2000 pour les terrains en bordure du rivage et pour ceux en arrière.

* AP d'urgence du 04/07/2000 a été satisfait et les travaux de mise en sécurité réalisés à l'été 2001.

* L'arrêté du 15/03/2012 confie à l'ADEME la maitrise d'ouvrage d'une étude de conception (plan de gestion)des travaux de réhabilitation.

Rapports sur la dépollution du site : *Aucun document n'a été transféré pour le moment.*

Caractérisation de l'impact

Déchets identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de déchets) :

- ☐ Déchets non dangereux
- ☑ Déchets dangereux
- ☐ Déchets inertes

Produits identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de produits) :

- ☐ Ammonium
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ H.A.P.
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ Pesticides
- ☑ Plomb (Pb)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Sulfates
- ☐ Zinc (Zn)
- ☑ Arsenic (As)
- ☐ BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- ☐ Chlorures
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cyanures
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ PCB-PCT
- ☐ Substances radioactives
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ TCE (Trichloroéthylène)

Autres : Scories de fours à chaux et de fonderies

Polluants présents dans les sols :

- ☐ Ammonium
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ H.A.P.
- ☑ Arsenic (As)
- ☐ BTEX
- ☐ Chlorures
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cyanures
- ☐ Hydrocarbures

- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [x] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Substances radioactives
- [ ] TCE

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les sols :
Aucun

Polluants présents dans les nappes :

- [ ] Aluminium (Al)
- [ ] Arsenic (As)
- [ ] BTEX
- [ ] Chlorures
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cyanures
- [ ] H.A.P.
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)
- [ ] Ammonium
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] Fer (Fe)
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Substances radioactives
- [ ] TCE

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les nappes :
Aucun

Polluants présents dans les sols ou les nappes :

- [ ] Ammonium
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] H.A.P.
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] TCE (Trichloroéthylène)
- [ ] Arsenic (As)
- [ ] BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- [ ] Chlorures
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cyanures
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)

Autres :

Risques immédiats :

- [ ] Produits inflammables
- [ ] Produits explosifs
- [x] Produits toxiques
- [ ] Produits incompatibles
- [ ] Risque inondation
- [ ] Risque inondation
- [ ] Fuites et écoulements
- [ ] Accessibilité au site

Importance du dépôt ou de la zone polluée :
Tonnage (tonne) : 0
Volume (m3) : 0
Surface (ha) : 0.2

Informations complémentaires :
Aucune

Environnement du site

Zone d'implantation :
Habitat : DENSE
Zone : AGRICOLE

Hydrogéologie du site :

☐ Absence de nappe.
☑ Présence d'une nappe.

Utilisation de la nappe :
- ☑ Aucune utilisation connue
- ☐ A.E.P.
- ☐ Puits privés
- ☐ Agriculture, industries agroalimentaires
- ☐ Autres industries
- ☑ Autre : Proximité de la mer

Utilisation actuelle du site :
- ☐ Site industriel en activité.
- ☐ Site industriel en friche.
- ☑ Site ancien réutilisé

- ☐ Zone résidentielle
- ☐ Zone agricole
- ☑ Zone naturelle
- ☐ Espace vert accueillant du public
- ☐ Équipements sportifs
- ☐ Commerce, artisanat
- ☐ Parking
- ☐ École
- ☐ Autres établissements recevant du public (ERP)
- ☑ Autre : plage

Impacts constatés :
- ☐ Captage AEP arrêté (aduction d'eau potable)
- ☐ Teneurs anormales dans les eaux superficielles et/ou dans les sédiments
- ☐ Teneurs anormales dans les eaux souterraines
- ☐ Teneurs anormales dans les végétaux destinés à la consommation humaine ou animale
- ☐ Plaintes concernant les odeurs
- ☐ Teneurs anormales dans les animaux destinés à la consommation humaine
- ☑ Teneurs anormales dans les sols
- ☐ Santé
- ☐ Sans
- ☐ Inconnu
- ☐ Pas d'impact constaté après dépollution

Surveillance du site

Milieu surveillé :
- ☑ Eaux superficielles, fréquence (n/an) : 02
- ☐ Eaux souterraines, fréquence (n/an) :

Autre : mesure lors des études en 2001

Etat de la surveillance :
- ☑ Absence de surveillance justifiée

Raison : Autre

- ☐ Surveillance différée en raison de procédure en cours

Raison :

Début de la surveillance :
Arrêt effectif de la surveillance :
Résultat de la surveillance à la date du : 1 LA SITUATION RESTE STABLE
Résultat de la surveillance, autre :

Restrictions d'usage et mesures d'urbanisme

Restriction d'usage sur :
- ☐ L'utilisation du sol (urbanisme)
- ☐ L'utilisation du sous-sol (fouille)
- ☐ L'utilisation de la nappe
- ☐ L'utilisation des eaux superficielles
- ☐ La culture de produits agricoles

Mesures d'urbanisme réalisées :

☐ Servitude d'utilité publique (SUP)
Date de l'arrêté préfectoral :

☐ Porter à connaissance risques, article L121-2 du code de l'urbanisme
Date du document actant le porter à connaissance risques L121-2 code de l'urbanisme :

☐ Restriction d'usage entre deux parties (RUP)
Date du document actant la RUP :

☐ Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'Etat (RUCPE)
Date du document actant la RUCPE :

☐ Projet d'intérêt général (PIG)
Date de l'arrêté préfectoral :

☐ Inscription au plan local d'urbanisme (PLU)

☐ Acquisition amiable par l'exploitant

☐ Arrêté municipal limitant la consommation de l'eau des puits proche du site

Informations complémentaires :

Traitement effectué

☑ **Mise en sécurité du site**
- ☑ Interdiction d'accès
- ☐ Gardiennage
- ☐ Evacuation de produits ou de déchets
- ☐ Pompage de rabattement ou de récupération
- ☐ Reconditionnement des produits ou des déchets

Autre : Sécurisation des accès - Confortement des talus par enrochement

☑ **Traitement des déchets ou des produits hors site ou sur le site**
- ☐ Stockage déchets dangereux
- ☑ Stockage déchets non dangereux
- ☐ Confinement sur site
- ☐ Physico-chimique
- ☐ Traitement thermique

Autre : renouvellement de sables du rivage

☐ **Traitement des terres polluées**
- ☐ Stockage déchets dangereux
- ☐ Stockage déchets non dangereux
- ☐ Traitement biologique
- ☐ Traitement thermique
- ☐ Excavation des terres
- ☐ Lessivage des terres
- ☐ Confinement
- ☐ Stabilisation
- ☐ Ventilation forcée
- ☐ Dégradation naturelle

Autre :

☐ **Traitement des eaux**
- ☐ Rabattement de nappe
- ☐ Drainage

Traitement :
- ☐ Air stripping
- ☐ Vapour stripping
- ☐ Filtration
- ☐ Physico-chimique
- ☐ Biologique
- ☐ Oxydation (ozonation...)

Autre :

Pollution des sols : BASOL

Base de données BASOL sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif

Télécharger au format CSV

Région : Provence-Alpes-Côte d'Azur
Département : 13
Site BASOL numéro : 13.0122
Situation technique du site : Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre
Date de publication de la fiche : 06/01/2018
Auteur de la qualification : DREAL SUBDIVISION DE MARSEILLE

Localisation et identification du site

Nom usuel du site : BORD de MER Littoral Sud Marseille
Localisation :
Commune : Marseille
Arrondissement :
Code postal : 13009 - **Code INSEE :** 13055 (852 395 habitants)
Adresse :
Lieu-dit : les Goudes
Agence de l'eau correspondante : Rhône - Méditerranée - Corse
Code géographique de l'unité urbaine : 00759 : Marseille - Aix-en-Provence (1 558 379 habitants)

Géoréférencement :

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT93	890770	6239146	Adresse (rue)	

Référentiel	Coordonnée X	Coordonnée Y	Précision	Précision (autre)
LAMBERT II ETENDU	84480	1806017	Autre	

Parcelles cadastrales :

Cadastre			Section cadastrale	N° de parcelle	Précision parcellaire	Source documentaire	Observations
Nom	Arrondissement	Date					
Marseille			0A	69		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	CALLANQUE BLANCHE
Marseille			0D	0	Contour hors parcellaire ?	GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	CALLANQUE DES GOUDES
Marseille			0B	2		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	CALLANQUE DE CALLELONGUE
Marseille			0A	69		GEOPORTAIL CADASTRE.GOUV.FR	CALLANQUE DES TROUS

Plan(s) cartographique(s) :

Aucun plan n'a été transféré pour le moment.

Responsable(s) actuel(s) du site : PROPRIETAIRE
Ensemble de propriétaires privés et publics

il s'agit

Qualité du responsable : PERSONNE MORALE PRIVEE
Le site fait l'objet d'une intervention de l'ADEME

Caractérisation du site à la date du 05/01/2018

Description du site :
"BORD DE MER": le littoral sud de Marseille :

* L'appellation "Bord de mer" regroupe plusieurs sites sur le littoral Sud de Marseille, depuis le quartier de la Madrague- Montredon jusqu'à Callelongue, affectés par une pollution ancienne (XIXe et XXème siècle), résultant d'activités industrielles: fonderie de plomb (1850-1925), usines de soude ou d'acides et produits chimiques (1804-1890)ainsi que des fours à chaux.

* L'ensemble de la zone a une superficie d'environ 260 ha, et regroupe de nombreux dépôts composés de scories et de matéraiaux plus fins ,en situation variables : présence sur des terrains urbanisés et naturels, soubassement d' anciens murs, constitution de carnaux. . Ces matériaux ont, de plus, été utilisés comme remblais (routes, chemins,...) en de nombreux endroits de ce secteur géographique.

* NOTER que les sites de Samena, l'Escalette et Legré-Mante font l'objet- dans Basol - de fiches individuelles plus détaillées.

Description qualitative :
* Les sites de l'Escalette et de Samena ont chacun fait l'objet d'études de diagnostic ESR et EDR entre 1996 et 2000,

afin d'évaluer la caractérisation des dépôts et leur impact sur l'environnement: ces investigations ont révélé des teneurs en Pb et As très élevées dans les sols, entraînant des mises en sécurité des sites immédiates.

* En janvier 2002, un groupe de travail "Bord de mer" appartenant au SPPPI, a été constitué. Présidé par la préfécture et animé par la DRIRE, il rassemble le Conseil Général, la Ville de Marseille,la CUMPM, le GIP des Calanques, le Service Maritime, l'Agence de l'Eau, l'ADEME, la DIREN, la DDASS .
Son objectif est d'évaluer de manière globale l'impact sur l'environnement de ces sites pollués pour mieux mutualiser ensuite les moyens de traitement.

* Dans ce cadre, le bilan des études réalisées a montré que les métaux (Pb et As notamment) étaient peu lixiviables et que le milieu marin (sédiments et faune) était également contaminé. Concernant les nappes, le caractère saumâtre rend inutile tout suivi. Enfin, l'étude sur la qualité de l'air, effectuée par Airmaraix, a conclu à une situation sans incidence particulière quant au transfert de poussières.

* Face à ces résultats, a été réalisée en 2004-2005, une étude globale des risques sanitaires par l'INVS. Les résultats ont donné lieu à un communiqué de presse de la préfecture, le 13/07/2005, qui a interdit l'accès à la plage de Samena ainsi que la pêche et la consommation de fruits de mer sur toute la zone. Sur le site de Samena et de l'Escalette, de nombreux panneaux ont permis d'informer la population des risques, et un dépistage de saturnisme infantile a été mis en place.

* Au 2ème semestre 2005, un inventaire complet des localisations des dépôts présents sur le milieu terrestre, effectué qualitativement par le BET "Etudes-Environnement" ,avec des crédits du Ministère chargé de l'écologie, a révélée une présence avérée de 12 dépôts principaux (et 77 sous-dépôts plus petits) sur 29 ha (soit 10% de la surface totale du secteur géographique concerné) très hétérogène en volume et matériaux de composition ; ces dépôts sont répartis physiquement à 40% sur des zones urbanisées (village des Goudes), rendant très difficile d'envisager une dépollution complète de la zone. On notera que les impacts de pollutions potentielles sont tous de même affinité .

Le grenelle de l'environnement ainsi que la projet de création du parc naturel des Calanques ont facilité l'avancement de l'instruction de ses sites. En effet, la séance du 11/12/2008 du Conseil National de la Protection de la Nature a classé les espaces pollués et dégradés du parc comme étant la priorité d'intervention des pouvoirs publics en terme de financement.

Par un arrêté de travaux d'office du 15/03/2012 L'ADEME a été désigné maitre d'ouvrage pour les études de conception des travaux de mise en sécurité des calanques polluées situées entre Samena et Callelongue. Le projet de réhabilitation comporte deux phases, la première est l'élaboration d'un plan de gestion (phase conception) et la seconde les travaux de réhabilitation. Pour chaque site, un programme de travaux sera décliné. Ces travaux vont principalement consister en la mise en place de confinement in situ des dépôts.

Depuis 2014, les services de l'Etat, le Parc national des Calanques et les collectivités échangent sur la forme que devront prendre les différentes mesures de mise en sécurité des dépôts. En effet, les dépôts se trouvent en cœur de Parc national et sur un site classé au titre de la loi de 1930, ce qui implique l'obligation d'intégrer les futurs aménagements au point de vue paysager.
Fin 2017, les divers exigences sanitaires, paysagères et environnementales sont en cours de finalisation dans l'avant-projet, et l'Ademe pourra sans doute lancer la phase projet en 2018. Il s'agit de définir précisément les travaux sur chacun des dépôts, de solliciter les autorisations administratives nécessaires, puis, après leur obtention, de lancer la réalisation des travaux.

Description du site

Origine de l'action des pouvoirs publics :

Origine de la découverte :

- ☐ Recherche historique
- ☐ Travaux
- ☐ Transactions
- ☐ Dépôt de bilan
- ☐ cessation d'activité, partielle ou totale
- ☐ Information spontanée
- ☐ Demande de l'administration
- ☐ Analyse captage AEP ou puits ou eaux superficielles
- ☐ Pollution accidentelle
- Autre :

Types de pollution :

- ☐ Dépôt de déchets
- ☑ Dépôt aérien
- ☐ Dépôt enterré
- ☐ Dépôt de produits divers
- ☐ Sol pollué
- ☐ Nappe polluée
- ☐ Pollution non caractérisée

Origine de la pollution ou des déchets ou des produits :

- ☐ Origine accidentelle
- ☑ Pollution due au fonctionnement de l'installation
- ☐ Liquidation ou cessation d'activité
- ☐ Dépôt sauvage de déchets
- ☐ Autre

Situation technique du site

Evénement	Prescrit à la date du	Etat du site	Date de réalisation

Evaluation simplifiée des risques (ESR)		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	01/12/2005
Plan de gestion		Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	
Travaux d'office ADEME	15/03/2012	Site en cours de traitement, objectifs de réhabilitation et choix techniques définis ou en cours de mise en oeuvre	

* En l'etat actuel de la situation, aucune prescription administrative n'a pu être prise du fait de la disparition des exploitants responsables des dépôts.

* Une étude complémentaire réalisée - fin 2005 (1/12/2005 par défaut)- à la demande et sur des crédits gérés par la DRIRE a permis d'améliorer la connaissance des dépôts dispersés et diffus présent sur l'ensemble de ces terrains

* Un arrêté de travaux d'office du 15 mars 2012 a confié à l'ADEME la maîtrise d'ouvrage de travaux afin de définir un plan de gestion dans un premier temps puis les travaux de réhabilitation.

Rapports sur la dépollution du site : *Aucun document n'a été transféré pour le moment.*

Caractérisation de l'impact

Déchets identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de déchets) :

- ☐ Déchets non dangereux
- ☐ Déchets dangereux
- ☐ Déchets inertes

Produits identifiés (s'il s'agit d'un dépôt de produits) :

- ☐ Ammonium
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ H.A.P.
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ Pesticides
- ☑ Plomb (Pb)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Sulfates
- ☐ Zinc (Zn)
- ☑ Arsenic (As)
- ☐ BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- ☐ Chlorures
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cyanures
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ PCB-PCT
- ☐ Substances radioactives
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ TCE (Trichloroéthylène)

Autres :

Polluants présents dans les sols :

- ☐ Ammonium
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ H.A.P.
- ☐ Mercure (Hg)
- ☐ Nickel (Ni)
- ☐ Pesticides
- ☐ Sélénium (Se)
- ☐ Solvants non halogénés
- ☐ Sulfates
- ☐ Zinc (Zn)
- ☑ Arsenic (As)
- ☐ BTEX
- ☐ Chlorures
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cyanures
- ☐ Hydrocarbures
- ☐ Molybdène (Mo)
- ☐ PCB-PCT
- ☑ Plomb (Pb)
- ☐ Solvants halogénés
- ☐ Substances radioactives
- ☐ TCE

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les sols :
Aucun

Polluants présents dans les nappes :

- ☐ Aluminium (Al)
- ☐ Arsenic (As)
- ☐ BTEX
- ☐ Chlorures
- ☐ Cobalt (Co)
- ☐ Cyanures
- ☐ H.A.P.
- ☐ Ammonium
- ☐ Baryum (Ba)
- ☐ Cadmium (Cd)
- ☐ Chrome (Cr)
- ☐ Cuivre (Cu)
- ☐ Fer (Fe)
- ☐ Hydrocarbures

- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Substances radioactives
- [ ] TCE

Autre(s) polluant(s) présent(s) dans les nappes :
Aucun

Polluants présents dans les sols ou les nappes :

- [ ] Ammonium
- [ ] Baryum (Ba)
- [ ] Cadmium (Cd)
- [ ] Chrome (Cr)
- [ ] Cuivre (Cu)
- [ ] H.A.P.
- [ ] Mercure (Hg)
- [ ] Nickel (Ni)
- [ ] Pesticides
- [ ] Sélénium (Se)
- [ ] Solvants non halogénés
- [ ] TCE (Trichloroéthylène)
- [ ] Arsenic (As)
- [ ] BTEX (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène et Xylènes)
- [ ] Chlorures
- [ ] Cobalt (Co)
- [ ] Cyanures
- [ ] Hydrocarbures
- [ ] Molybdène (Mo)
- [ ] PCB-PCT
- [ ] Plomb (Pb)
- [ ] Solvants halogénés
- [ ] Sulfates
- [ ] Zinc (Zn)

Autres :

Risques immédiats :

- [ ] Produits inflammables
- [ ] Produits explosifs
- [x] Produits toxiques
- [ ] Produits incompatibles
- [ ] Risque inondation
- [ ] Risque inondation
- [ ] Fuites et écoulements
- [ ] Accessibilité au site

Importance du dépôt ou de la zone polluée :
Tonnage (tonne) :
Volume (m3) :
Surface (ha) :

Informations complémentaires :
Aucune

Environnement du site

Zone d'implantation :
Habitat : DENSE

Hydrogéologie du site :

- [ ] Absence de nappe.
- [x] Présence d'une nappe.

Utilisation de la nappe :

- [ ] Aucune utilisation connue
- [ ] A.E.P.
- [ ] Puits privés
- [ ] Agriculture, industries agroalimentaires
- [ ] Autres industries
- [x] Autre : saumâtre

Utilisation actuelle du site :

- [ ] Site industriel en activité.
- [ ] Site industriel en friche.
- [x] Site ancien réutilisé
  - [x] Zone résidentielle
  - [ ] Zone agricole
  - [x] Zone naturelle
  - [x] Espace vert accueillant du public
  - [ ] Équipements sportifs
  - [ ] Commerce, artisanat

- [ ] Parking
- [ ] École
- [ ] Autres établissements recevant du public (ERP)
- [ ] Autre :

Impacts constatés :

- [ ] Captage AEP arrêté (aduction d'eau potable)
- [x] Teneurs anormales dans les eaux superficielles et/ou dans les sédiments
- [ ] Teneurs anormales dans les eaux souterraines
- [ ] Teneurs anormales dans les végétaux destinés à la consommation humaine ou animale
- [ ] Plaintes concernant les odeurs
- [x] Teneurs anormales dans les animaux destinés à la consommation humaine
- [ ] Teneurs anormales dans les sols
- [x] Santé
- [ ] Sans
- [ ] Inconnu
- [ ] Pas d'impact constaté après dépollution

Surveillance du site

Milieu surveillé :

- [ ] Eaux superficielles, fréquence (n/an) :
- [ ] Eaux souterraines, fréquence (n/an) :

Etat de la surveillance :

- [x] Absence de surveillance justifiée

Raison : Autre

- [ ] Surveillance différée en raison de procédure en cours

Raison :

Début de la surveillance :
Arrêt effectif de la surveillance :
Résultat de la surveillance à la date du :
Résultat de la surveillance, autre :

Restrictions d'usage et mesures d'urbanisme

Restriction d'usage sur :

- [ ] L'utilisation du sol (urbanisme)
- [ ] L'utilisation du sous-sol (fouille)
- [ ] L'utilisation de la nappe
- [ ] L'utilisation des eaux superficielles
- [ ] La culture de produits agricoles

Mesures d'urbanisme réalisées :

- [ ] Servitude d'utilité publique (SUP)

Date de l'arrêté préfectoral :

- [ ] Porter à connaissance risques, article L121-2 du code de l'urbanisme

Date du document actant le porter à connaissance risques L121-2 code de l'urbanisme :

- [ ] Restriction d'usage entre deux parties (RUP)

Date du document actant la RUP :

- [ ] Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'Etat (RUCPE)

Date du document actant la RUCPE :

- [ ] Projet d'intérêt général (PIG)

Date de l'arrêté préfectoral :

- [ ] Inscription au plan local d'urbanisme (PLU)
- [ ] Acquisition amiable par l'exploitant
- [ ] Arrêté municipal limitant la consommation de l'eau des puits proche du site

Informations complémentaires :

Traitement effectué

- [x] **Mise en sécurité du site**
  - [x] Interdiction d'accès
  - [ ] Gardiennage
  - [ ] Evacuation de produits ou de déchets
  - [ ] Pompage de rabattement ou de récupération
  - [ ] Reconditionnement des produits ou des déchets

Autre : interdiction de consommation des fruits de mer

- [ ] **Traitement des déchets ou des produits hors site ou sur le site**
  - [ ] Stockage déchets dangereux
  - [ ] Stockage déchets non dangereux
  - [ ] Confinement sur site
  - [ ] Physico-chimique
  - [ ] Traitement thermique

Autre :

- [ ] **Traitement des terres polluées**
  - [ ] Stockage déchets dangereux
  - [ ] Stockage déchets non dangereux
  - [ ] Traitement biologique
  - [ ] Traitement thermique
  - [ ] Excavation des terres
  - [ ] Lessivage des terres
  - [ ] Confinement
  - [ ] Stabilisation
  - [ ] Ventilation forcée
  - [ ] Dégradation naturelle

Autre :

- [ ] **Traitement des eaux**
  - [ ] Rabattement de nappe
  - [ ] Drainage

Traitement :

- [ ] Air stripping
- [ ] Vapour stripping
- [ ] Filtration
- [ ] Physico-chimique
- [ ] Biologique
- [ ] Oxydation (ozonation...)

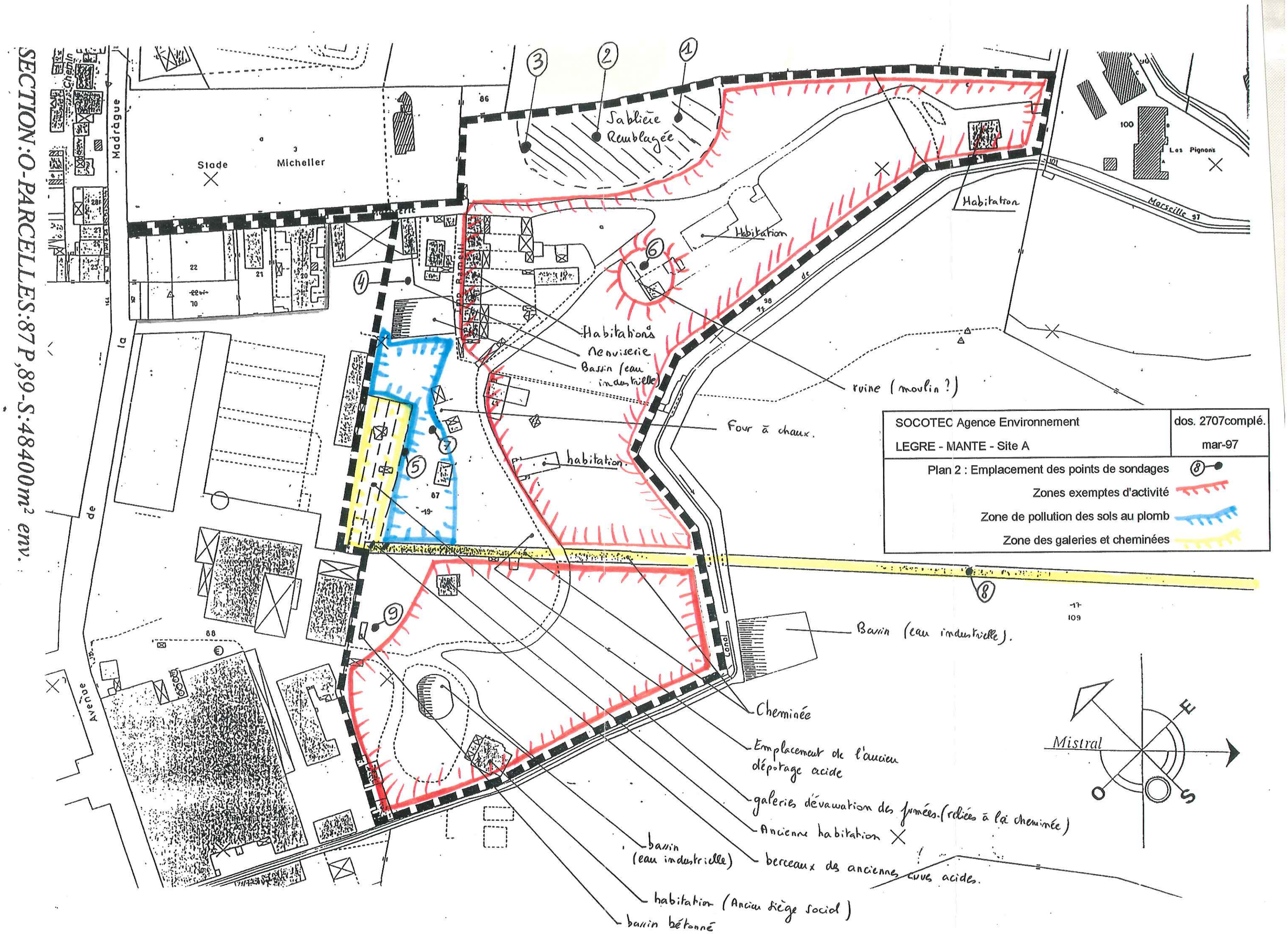
Autre :

Imprimer la fiche Pour tout commentaire Contactez-nous

A4	**DONNEES DES DIAGNOSTIC ANTERIEURS**

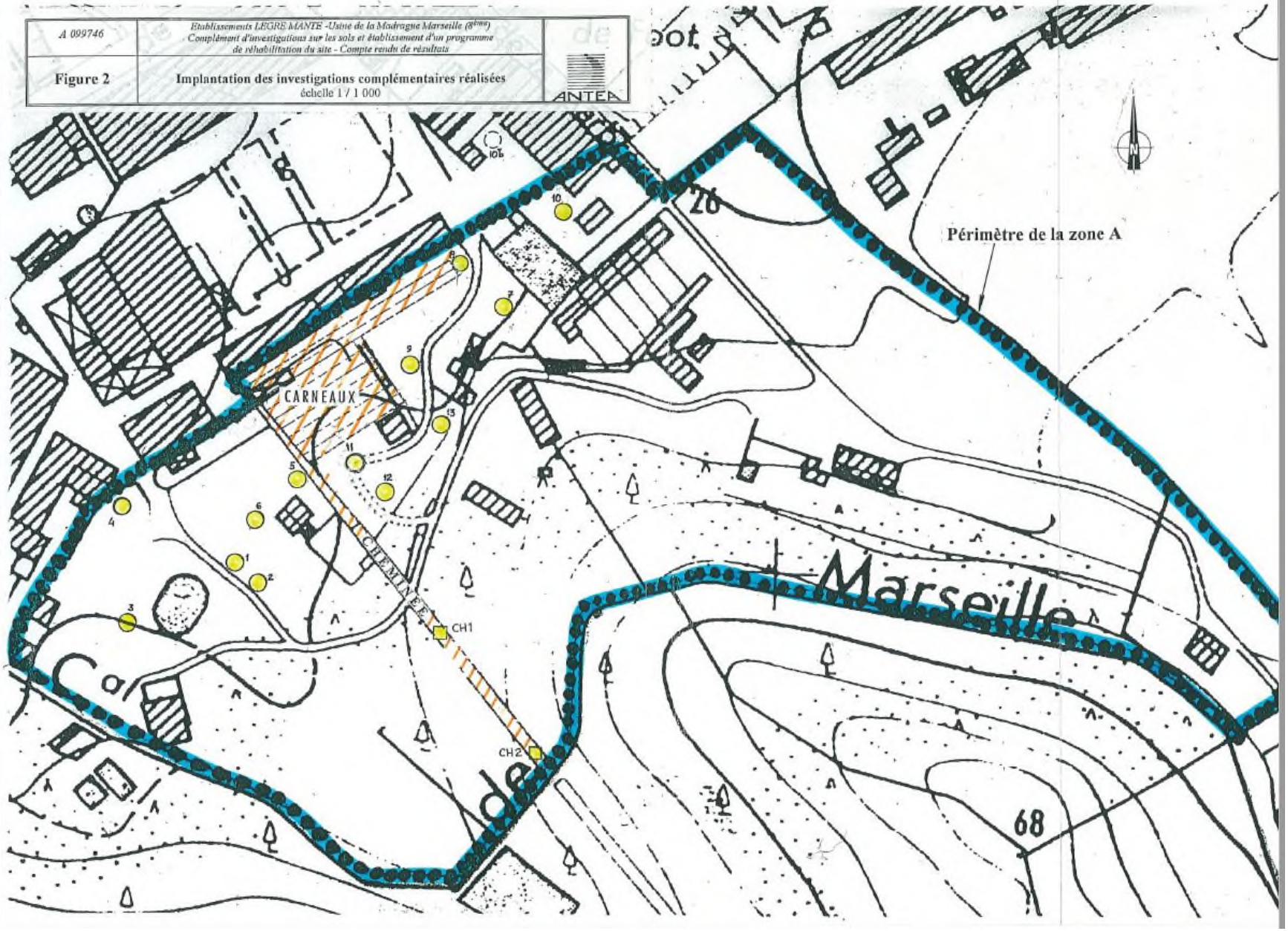
A4.1	**Plan synthétique des investigations réalisées pour le milieu sol**

SOCOTEC 1997

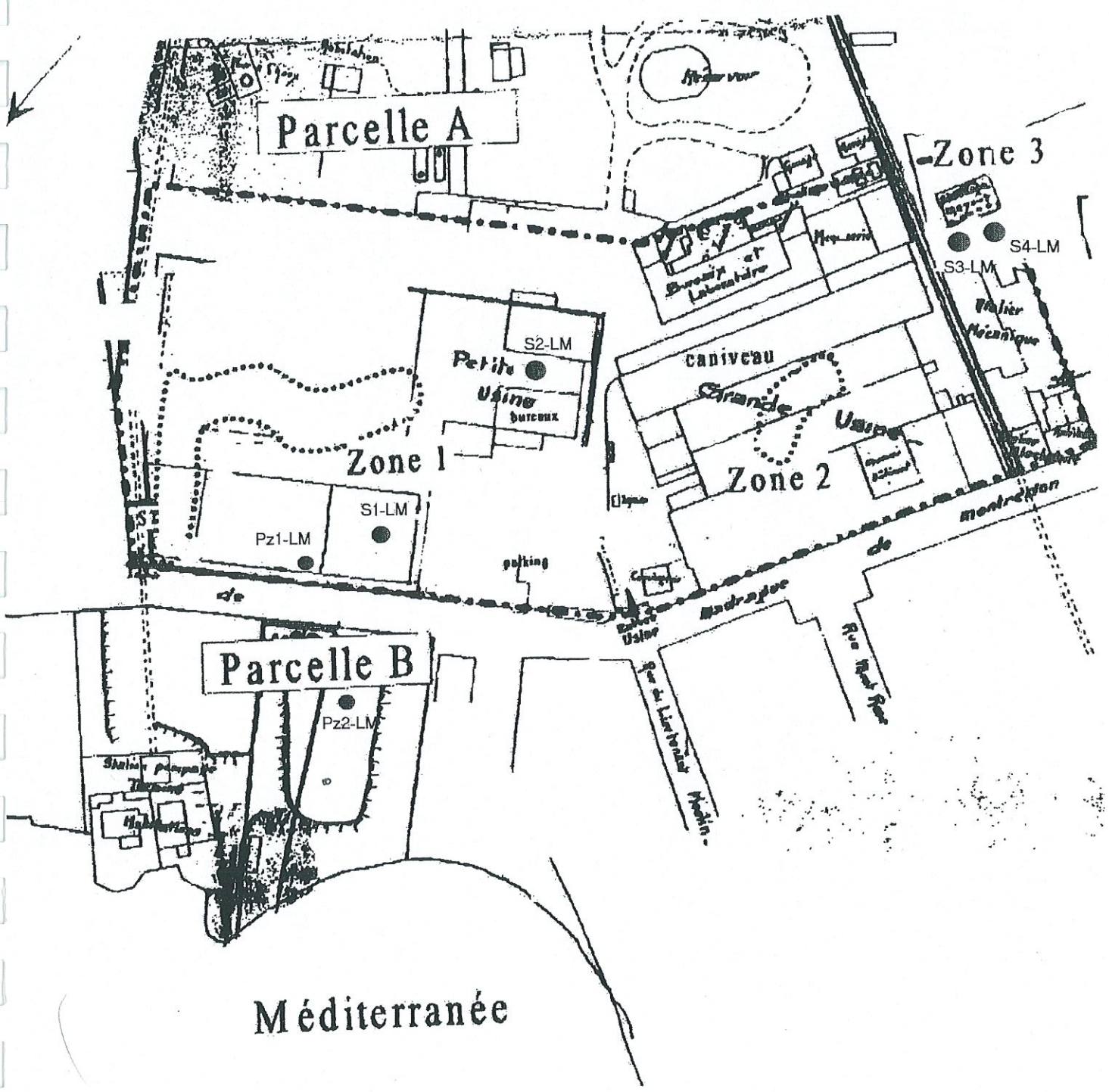

SECTION:O-PARCELLES:87P,89-S:48400m² env.
Stade
Micheller
Madrague
Sablière Remblayée
Habitation
Habitations
Menuiserie
Bassin (eau industrielle)
ruine (moulin ?)
Four à chaux.
habitation.
Bassin (eau industrielle).
Cheminée
Emplacement de l'ancien dépotage acide
galeries d'évacuation des fumées (reliées à la cheminée)
Ancienne habitation
berceaux des anciennes cuves acides.
bassin (eau industrielle)
habitation (Ancien siège social)
bassin bétonné
Avenue
Canal
Marseille 97
Les Pignons
Mistral
E
O
S
SOCOTEC Agence Environnement
LEGRE - MANTE - Site A
dos. 2707complé.
mar-97
Plan 2 : Emplacement des points de sondages
Zones exemptes d'activité
Zone de pollution des sols au plomb
Zone des galeries et cheminées

ANTEA 1998

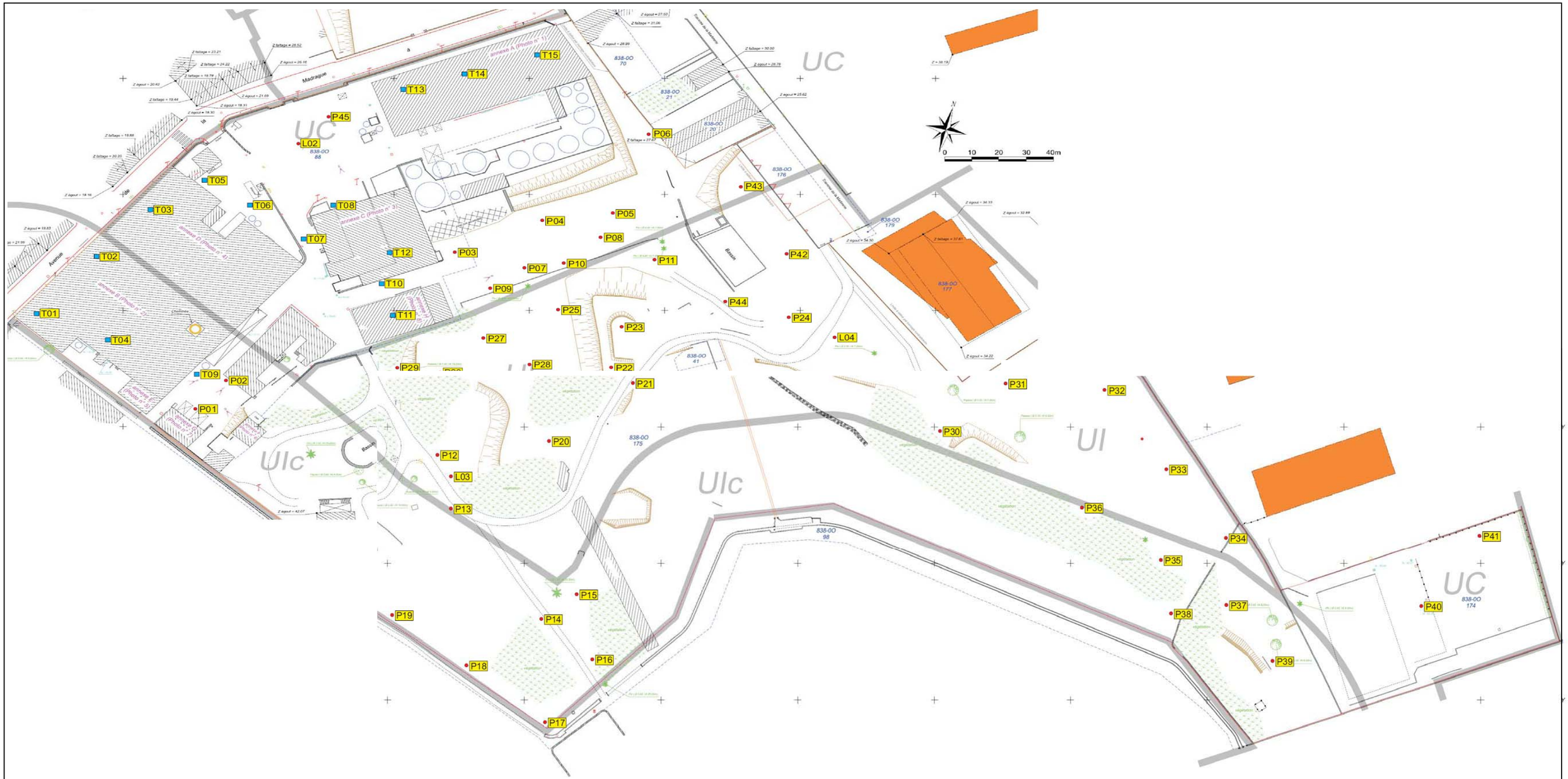
A 099746	*Etablissements LEGRE MANTE -Usine de la Madrague Marseille (6ème)* *Complément d'investigations sur les sols et établissement d'un programme de réhabilitation du site - Compte rendu de résultats*	ANTEA
Figure 2	**Implantation des investigations complémentaires réalisées** échelle 1 / 1 000	



APAVE 2003

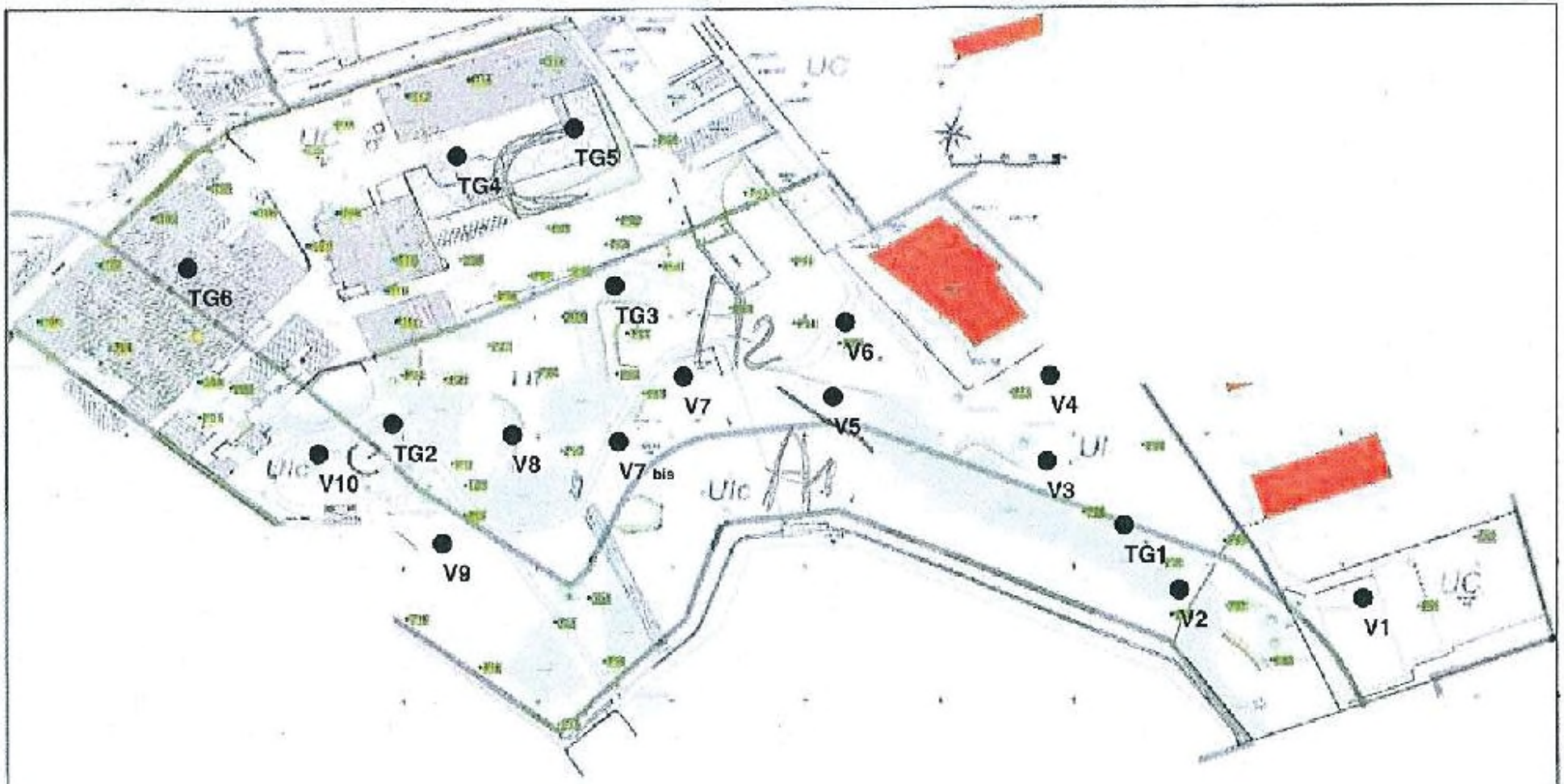

Parcelle A
Zone 3
S4-LM
S3-LM
S2-LM
Petite Usine
bureaux
caniveau
Grande Usine
Zone 1
Zone 2
S1-LM
Pz1-LM
parking
Parcelle B
Pz2-LM
Méditerranée

ANTEA 2010



ANTEA Ingénierie et Conseil	**Annexe 1 : Plan d'implantation des sondages de sol réalisés en 2010 par ANTEA au droit des parcelles A et C de l'ancien site LEGRE MANTE**	A	18/11/2010	F. CRUZEL / F. NEX
		Révision	Date	Auteur / Visé
		Type de document : A3		Projet : PACP100152

VALGO 2011



VALGO	**Annexe 1 : Plan d'implantation des sondages de sol**	30 5 2011	E BRANCUET	E BRANQUET
		Révision	Date	Auteur	Visé
		Type de document : A3			

A4.2	**Tableaux synthétiques des résultats d'analyses antérieures des sols**

SOCOTEC 1997

					Résultats d'analyses - 8ML									Résultats d'analyses - composés organiques					Autres	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)	HCT	HAP	PCB	COHV	BTEX	Cyanures libres	Cyanures totaux
SOCOTEC 1997																				
point 2 à 3m	SD2	1891662,13	3117438,91	point 2 à 3m				18,00	12,00		*<10,00*									3,00
point 4-1 à 0,15m	SD4	1891564,63	3117454,14	point 4-1 à 0,15m				28,00	**94,00**		**390,00**									2,00
point 4 à 0,3m	SD4	1891564,63	3117454,14	point 4 à 0,3m							**104,00**									
point 7 à 0,1 m	SD7	1891526,5	3117404,2	point 7 à 0,1 m							**2 680,00**									
point 7 à 0,3 m	SD7	1891526,5	3117404,2	point 7 à 0,3 m							**3 310,00**									
point 8-1 à 0,3 m	SD8	1891638,06	3117201,1	point 8-1 à 0,3 m				24,00	**114,00**		**3 890,00**									4,00

ANTEA 1998

					Résultats d'analyses - 8ML									Résultats d'analyses - composés organiques					Autres	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)	HCT	HAP	PCB	COHV	BTEX	Cyanures libres	Cyanures totaux
ANTEA 1998																				
F1 0-0,4	F1	1891463,97	3117341,5	F1 0-0,4		68,00	*<2,00*	42,00	**92,00**	28,00	526,00	**196,00**								
F9 0,33-0,4	F9	1891516,35	3117407,81	F9 0,33-0,4		825,00	**65,00**	56,00	**912,00**	**86,00**	6 000,00	**3 185,00**								
F9 0,8-1,2	F9	1891516,35	3117407,81	F9 0,8-1,2		55,00	**2,00**	78,00	26,00	42,00	**92,00**	69,00								
F10 0-0,25	F10	1891562,46	3117459,58	F10 0-0,25		67,00	**7,00**	69,00	**626,00**	**106,00**	1 099,00	**8 003,00**								
F10 0,25-0,6	F10	1891562,46	3117459,58	F10 0,25-0,6		60,00	*<2,00*	34,00	10,00	25,00	32,00	24,00								
F11 1,1-1,4	F11	1891501,16	3117375,29	F11 1,1-1,4		44,00	**3,00**	59,00	**129,00**	70,00	60,00	70,00							0,40	1,20
F11 2,3-2,5	F11	1891501,16	3117375,29	F11 2,3-2,5		48,00	*<2,00*	26,00	**815,00**	21,00	**99,00**	53,00							0,10	**27,50**
F11 2,5-4,5	F11	1891501,16	3117375,29	F11 2,5-4,5		49,00	*<2,00*	19,00	**305,00**	19,00	740,00	33,00							0,10	**578,00**
F11 >4,5	F11	1891501,16	3117375,29	F11 >4,5		162,00	**4,00**	91,00	**179,00**	**112,00**	**234,00**	68,00							2,50	**22,40**

APAVE 2003

					Résultats d'analyses - 8ML									Résultats d'analyses - composés organiques					Autres	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)	HCT	HAP	PCB	COHV	BTEX	Cyanures libres	Cyanures totaux
APAVE 2003																				
S1-LM 0,05-0,25	S1-LM	1891427,46	3117473,61	S1-LM 0,05-0,25		16,50	**1,30**	39,00	**92,00**		**170,00**	**246,00**		207,00						
S1-LM 0,50-1,5	S1-LM	1891427,46	3117473,61	S1-LM 0,50-1,5		1,40	**1,00**	30,00	**955,00**		55,00	**189,00**		9,90						
S2-LM 0,2-1	S2-LM	1891424,55	3117411	S2-LM 0,2-1		2,90	**15,00**	18,00	**577,00**		**5 935,00**	**18 714,00**		**3 050,00**						
S3-LM 0,2-0,4	S3-LM	1891358,24	3117307,17	S3-LM 0,2-0,4		111,00	*<2,00*	54,00	**304,00**		**1 475,00**	**796,00**		13,00						
S4-LM 0,2-1,2	S4-LM	1891352,85	3117298,85	S4-LM 0,2-1,2										185,00						

ANTEA 2010

					Résultats d'analyses - 8ML									Résultats d'analyses - composés organiques					Autres	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)	HCT	HAP	PCB	COHV	BTEX	Cyanures libres	Cyanures totaux
ANTEA 2010																				
T1 E1	T1	1891315,5	3117354,4	T1 E1										70,00	0,55	0,01		0,25		
T1 E2	T1	1891315,5	3117354,4	T1 E2																
T2 E1	T2	1891331,25	3117383,38	T2 E1										*<20,00*	0,41			*<0,25*		
T2 E2	T2	1891331,25	3117383,38	T2 E2																
T3 E1	T3	1891345,94	3117407,5	T3 E1										*<20,00*				*<0,25*		
T3 E2	T3	1891345,94	3117407,5	T3 E2																
T4 E1	T4	1891343,79	3117349,62	T4 E1										265,00	0,51			*<0,25*		
T5 E1	T5	1891362,25	3117424,52	T5 E1										*<20,00*	4,00			*<0,25*		
T5 E2	T5	1891362,25	3117424,52	T5 E2																
T6 E1	T6	1891380,87	3117417,82	T6 E1		5,70	*<0,10*				19,00	29,00	*<0,05*	*<20,00*				*<0,25*		
T6 E2	T6	1891380,87	3117417,82	T6 E2																
T6 E3	T6	1891380,87	3117417,82	T6 E3																
T7 E1	T7	1891403,37	3117408,71	T7 E1										*<20,00*	1,50			0,15		
T7 E2	T7	1891403,37	3117408,71	T7 E2																
T7 E3	T7	1891403,37	3117408,71	T7 E3																
T8 E1	T8	1891410,8	3117425,15	T8 E1										**1 310,00**	**410,00**			*<0,25*		
T8 E2	T8	1891410,8	3117425,15	T8 E2																
T9 E1	T9	1891378,81	3117342,75	T9 E1										*<20,00*	1,30	0,01		*<0,25*		
T10 E3	T10	1891435,83	3117396,44	T10 E3																
T11 E1	T11	1891442,98	3117384,18	T11 E1										210,00	**130,00**			*<0,25*		
T11 E2	T11	1891442,98	3117384,18	T11 E2																
T12 E1	T12	1891435,49	3117410,06	T12 E1		300,00	**1,20**				**270,00**	**1 600,00**	0,07	*<20,00*	0,27			*<0,25*		
T13 E1	T13	1891424,04	3117479,36	T13 E1		30,00	0,41				**290,00**	**690,00**	*<0,05*	24,00	4,60			0,39		
T14 E1	T14	1891444,08	3117491,1	T14 E1		84,00	0,44				**800,00**	**410,00**	0,07	*<20,00*	0,19			*<0,25*		
T15 E1	T15	1891468,58	3117505,34	T15 E1		9,90	*<0,10*				20,00	95,00	*<0,05*	*<20,00*				*<0,25*		
P1 E1	P1	1891381,92	3117328,48	P1 E1										*<20,00*	0,52	0,07		*<0,25*		
P2 E1	P2	1891390,08	3117343,05	P2 E1										60,00	10,00	0,02		*<0,25*		
P3 E1	P3	1891458,65	3117416,05	P3 E1										*<20,00*	3,60			*<0,25*		
P3 E2	P3	1891458,65	3117416,05	P3 E2																
P3 E3	P3	1891458,65	3117416,05	P3 E3																
P5 E1	P5	1891511,25	3117445,87	P5 E1										*<20,00*	9,90	0,00		*<0,25*		*<1,00*
P5 E2	P5	1891511,25	3117445,87	P5 E2															*<1,00*	
P5 E3	P5	1891511,25	3117445,87	P5 E3															*<1,00*	
P6 E1	P6	1891515,98	3117481,65	P6 E1										116,00	42,00	0,05		*<0,25*		
P6 E2	P6	1891515,98	3117481,65	P6 E2																
P6 E3	P6	1891515,98	3117481,65	P6 E3																
P7 E1	P7	1891485,1	3117415,22	P7 E1										*<20,00*	6,10	0,01		*<0,25*		
P7 E2	P7	1891485,1	3117415,22	P7 E2																
P8 E1	P8	1891509,41	3117434,61	P8 E1										*<20,00*	5,20			*<0,25*		
P8 E2	P8	1891509,41	3117434,61	P8 E2																
P8 E3	P8	1891509,41	3117434,61	P8 E3																
P9 E1	P9	1891474,98	3117404,08	P9 E1										*<20,00*	2,00	0,01		*<0,25*	*<1,00*	*<1,00*
P9 E2	P9	1891474,98	3117404,08	P9 E2															*<1,00*	
P9 E3	P9	1891474,98	3117404,08	P9 E3																
P10 E1	P10	1891498,52	3117420,82	P10 E1		19,00	*<0,10*				57,00	29,00	*<0,05*	*<20,00*	0,12			*<0,25*	*<1,00*	*<1,00*
P10 E2	P10	1891498,52	3117420,82	P10 E2																*<1,00*
P11 E1	P11	1891530,68	3117430,12	P11 E1										59,00	16,00			0,16		**6,10**
P12 E1	P12	1891472,4	3117335,25	P12 E1		32,00	0,52				**410,00**	**180,00**	0,79	*<20,00*	1,90			*<0,25*		
P13 E1	P13	1891482,82	3117314,52	P13 E1		17,00	*<0,20*				45,00	35,00	0,15	*<20,00*	0,93			*<0,25*		
P14 E1	P14	1891525,82	3117282,01	P14 E1		36,00	0,51				**290,00**	78,00	1,20	*<20,00*	1,50			*<0,25*		
P15 E1	P15	1891536,29	3117293,78	P15 E1		23,00	0,23				**150,00**	54,00	0,10	41,00	0,13			*<0,25*		
P16 E1	P16	1891547,2	3117272,18	P16 E1		35,00	0,49				**350,00**	110,00	0,68							
P17 E1	P17	1891535,85	3117245,44	P17 E1		26,00	*<0,10*				50,00	24,00	0,57							
P18 E1	P18	1891503,02	3117258,99	P18 E1		27,00	0,28				**170,00**	63,00	0,07							
P19 E1	P19	1891472,39	3117270,8	P19 E1		19,00	0,15				**100,00**	54,00	0,08							
P20 E1	P20	1891516,14	3117349,16	P20 E1		36,00	0,71				**1 400,00**	**350,00**	1,80	242,00	23,00	0,02		*<0,25*		
P20 E2	P20	1891516,14	3117349,16	P20 E2															*<1,00*	*<1,00*
P20 E3	P20	1891516,14	3117349,16	P20 E3																*<1,00*
P21 E1	P21	1891543,16	3117371,46	P21 E1		31,00	0,62				**280,00**	81,00	0,06							
P21bis E1	P21	1891543,16	3117371,46	P21bis E1																
P22 E1	P22	1891525,93	3117381,33	P22 E1		47,00	0,68				**530,00**	**300,00**	0,20							*<1,00*
P22 E3	P22	1891525,93	3117381,33	P22 E3																**6,90**
P23 E1	P23	1891525,81	3117399,27	P23 E1		43,00	0,16				**230,00**	140,00	0,07	*<20,00*	0,07			*<0,25*		*<1,00*
P23 E2	P23	1891525,81	3117399,27	P23 E2															*<1,00*	1,80
P23 E3	P23	1891525,81	3117399,27	P23 E3																4,90
P26 E1	P26	1891465,64	3117364,41	P26 E1		42,00	0,68				**1 200,00**	**450,00**	0,76	191,00	9,90	0,02		*<0,25*	*<1,00*	4,60
P26 E2	P26	1891465,64	3117364,41	P26 E2																
P27 E1	P27	1891477,75	3117382,39	P27 E1		30,00	0,71				**1 300,00**	**500,00**	0,67							3,80
P27 E2	P27	1891477,75	3117382,39	P27 E2															*<1,00*	**12,00**

					Résultats d'analyses - 8ML									Résultats d'analyses - composés organiques					Autres	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)	HCT	HAP	PCB	COHV	BTEX	Cyanures libres	Cyanures totaux
P27 E3	P27	1891477,75	3117382,39	P27 E3																**15,00**
P28 E1	P28	1891496,73	3117375,09	P28 E1		150,00	**4,80**				1 400,00	**670,00**	1,70	44,00	22,00	0,01		*<0,25*	*<1,00*	**7,40**
P28 E2	P28	1891496,73	3117375,09	P28 E2																
P29 E1	P29	1891449,84	3117362,87	P29 E1																
P30 E1	P30	1891651,57	3117390,98	P30 E1										24,00	1,30	0,01		*<0,25*		
P31 E1	P31	1891667,07	3117411,07	P31 E1																
P32 E1	P32	1891706,67	3117411,39	P32 E1																
P33 E1	P33	1891735,36	3117388,8	P33 E1																
P33 E2	P33	1891735,36	3117388,8	P33 E2																
P34 E1	P34	1891762,22	3117369,34	P34 E1		6,80	0,16				59,00	75,00	0,07							
P35 E1	P35	1891741,12	3117356,25	P35 E1										*<20,00*	0,44	0,00		*<0,25*		
P36 E1	P36	1891708,66	3117367,9	P36 E1		35,00	0,52				**280,00**	110,00	0,11							
P37 E1	P37	1891768,14	3117345,66	P37 E1																
P38 E1	P38	1891749,21	3117337,93	P38 E1										*<20,00*	0,94	0,01		*<0,25*		
P39 E1	P39	1891789,48	3117329,67	P39 E1																
P40 E1	P40	1891837,64	3117361,86	P40 E1																
P40 E3	P40	1891837,64	3117361,86	P40 E3																
P41 E1	P41	1891852,33	3117391,67	P41 E1																
P41 E3	P41	1891852,33	3117391,67	P41 E3																
P42 E1	P42	1891577,32	3117443,7	P42 E1										*<20,00*	1,50	0,00		*<0,25*		
P43 E1	P43	1891554,49	3117467,79	P43 E1																
P44 E1	P44	1891560,29	3117418,56	P44 E1																

					Paramètres sur éluat de l'arrêté du 12/12/2014																	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Résidus secs à 105 °C	Carbone Organique par oxydation (COT)	Chlorures (Cl)	Fluorures	Sulfates	Indice phénol (calcul mg/kg)	Arsenic (Calcul mg/kg après lixiviation)	Baryum (Calcul mg/kg après lixiviation)	Chrome (Calcul mg/kg après lixiviation)	Cuivre (Calcul mg/kg après lixiviation)	Molybdène	Nickel (Calcul mg/kg après lixiviation)	Plomb (Calcul mg/kg après lixiviation)	Zinc (Calcul mg/kg après lixiviation)	Mercure (Calcul mg/kg après lixiviation)	Antimoine (Calcul mg/kg après lixiviation)	Cadmium (Calcul mg/kg après lixiviation)	Selenium (Calcul mg/kg après lixiviation)
ANTEA 2010																						
T1 E1	T1	1891315,5	3117354,4	T1 E1	**11 000,00**	**1 300,00**	**560,00**	3,30	**2 400,00**	0,01	0,23	0,28	0,54	1,00	0,22	0,70	0,08	0,41	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,06
T1 E2	T1	1891315,5	3117354,4	T1 E2	**1 100,00**	**24,00**	**92,00**	2,60	**420,00**	*<0,01*	0,22	*<0,10*	0,10	0,03	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
T2 E1	T2	1891331,25	3117383,38	T2 E1	**4 800,00**	**230,00**	**410,00**	1,50	**430,00**	0,03	*<0,05*	0,40	0,13	0,39	0,09	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	0,00	*<0,05*
T2 E2	T2	1891331,25	3117383,38	T2 E2	**1 600,00**	**56,00**	**54,00**	2,80	**590,00**	*<0,01*	0,07	*<0,10*	0,13	0,16	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
T3 E1	T3	1891345,94	3117407,5	T3 E1	*<1 000,00*	**140,00**	**37,00**	1,60	*<50,00*	*<0,01*	0,09	*<0,10*	0,10	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,05
T3 E2	T3	1891345,94	3117407,5	T3 E2	*<1 000,00*	**100,00**	**230,00**	1,40	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,12	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,07
T4 E1	T4	1891343,79	3117349,62	T4 E1	**4 300,00**	**57,00**	**110,00**	2,30	**300,00**	*<0,01*	0,08	0,12	0,12	0,22	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
T5 E1	T5	1891362,25	3117424,52	T5 E1	*<1 000,00*	**21,00**	**22,00**	1,60	**75,00**	*<0,01*	0,21	0,55	0,08	0,02	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,10	*<0,00*	*<0,05*
T5 E2	T5	1891362,25	3117424,52	T5 E2	*<1 000,00*	**160,00**	**13,00**	1,60	**83,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
T6 E1	T6	1891380,87	3117417,82	T6 E1	**1 500,00**	**190,00**	**21,00**	2,80	**100,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
T6 E2	T6	1891380,87	3117417,82	T6 E2	**1 100,00**	**230,00**	**25,00**	2,10	**110,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,08
T6 E3	T6	1891380,87	3117417,82	T6 E3	**1 200,00**	**200,00**	**32,00**	2,40	**90,00**	0,01	*<0,05*	*<0,10*	*<0,02*	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,05
T7 E1	T7	1891403,37	3117408,71	T7 E1	**2 000,00**	**150,00**	**60,00**	4,10	**410,00**	*<0,01*	0,16	0,26	0,08	0,10	0,11	*<0,05*	*<0,05*	0,54	*<0,00*	0,07	0,00	*<0,05*
T7 E2	T7	1891403,37	3117408,71	T7 E2	*<1 000,00*	**140,00**	**25,00**	2,50	**110,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	0,02	0,07	*<0,05*	*<0,05*	0,42	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
T7 E3	T7	1891403,37	3117408,71	T7 E3	*<1 000,00*	**96,00**	**22,00**	1,30	**57,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,08	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,05	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,06
T8 E1	T8	1891410,8	3117425,15	T8 E1	**3 300,00**	**50,00**	**210,00**	2,60	**1 300,00**	0,11	0,27	0,28	0,11	0,42	0,11	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,21	*<0,00*	*<0,05*
T8 E2	T8	1891410,8	3117425,15	T8 E2	*<1 000,00*	**15,00**	**12,00**	2,30	**190,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	*<0,02*	0,08	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,05
T9 E1	T9	1891378,81	3117342,75	T9 E1	**3 100,00**	**190,00**	**140,00**	5,00	**440,00**	*<0,01*	0,79	0,18	0,13	0,98	0,06	*<0,05*	0,21	0,13	*<0,00*	4,00	0,00	0,13
T10 E3	T10	1891435,83	3117396,44	T10 E3	**2 600,00**	**220,00**	**37,00**	**8,30**	**1 500,00**	*<0,01*	0,25	*<0,10*	0,10	0,06	0,10	*<0,05*	*<0,05*	0,02	*<0,00*	0,08	0,00	0,06
T11 E1	T11	1891442,98	3117384,18	T11 E1	**25 000,00**	**30,00**	**290,00**	2,10	**15 000,00**	*<0,01*	*<0,05*	0,29	0,10	0,19	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,11	*<0,00*	*<0,05*	0,00	0,39
T11 E2	T11	1891442,98	3117384,18	T11 E2	**7 200,00**	**40,00**	**140,00**	1,90	**4 400,00**	0,01	*<0,05*	0,46	0,07	0,14	0,09	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,05	*<0,00*	0,09
T12 E1	T12	1891435,49	3117410,06	T12 E1	**32 000,00**	**160,00**	**1 600,00**	4,10	**16 000,00**	*<0,01*	*<0,25*	*<0,10*	0,13	0,58	0,48	0,76	*<0,05*	5,30	*<0,00*	0,53	*<0,02*	*<0,05*
T13 E1	T13	1891424,04	3117479,36	T13 E1	**24 000,00**	**20,00**	**72,00**	**8,80**	**15 000,00**	*<0,01*	*<0,05*	0,21	0,10	0,10	*<0,05*	0,08	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
T14 E1	T14	1891444,08	3117491,1	T14 E1	**11 000,00**	**19,00**	**180,00**	2,50	**6 500,00**	*<0,01*	0,23	0,25	0,08	0,05	0,10	*<0,05*	*<0,05*	0,05	*<0,00*	2,50	0,00	*<0,05*
T15 E1	T15	1891468,58	3117505,34	T15 E1	**4 100,00**	**19,00**	**140,00**	1,00	**2 200,00**	*<0,01*	*<0,05*	0,12	0,10	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,22	*<0,00*	*<0,05*
P1 E1	P1	1891381,92	3117328,48	P1 E1	**5 800,00**	**220,00**	**200,00**	**6,90**	*<50,00*	*<0,01*	0,09	*<0,10*	0,11	0,27	*<0,05*	*<0,05*	0,14	0,09	0,00	0,07	*<0,00*	*<0,05*
P2 E1	P2	1891390,08	3117343,05	P2 E1	**2 700,00**	**290,00**	**37,00**	4,50	**200,00**	*<0,01*	0,49	0,85	0,12	1,70	*<0,05*	*<0,05*	1,70	0,26	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P3 E1	P3	1891458,65	3117416,05	P3 E1	**3 200,00**	**18,00**	**300,00**	3,50	**1 700,00**	*<0,01*	*<0,17*	0,49	0,09	0,04	0,07	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,11
P3 E2	P3	1891458,65	3117416,05	P3 E2	**6 200,00**	**24,00**	**240,00**	3,90	**3 500,00**	*<0,01*	0,08	0,48	0,09	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,20	0,00	0,12
P3 E3	P3	1891458,65	3117416,05	P3 E3	**1 100,00**	**12,00**	**130,00**	1,40	**690,00**	*<0,01*	*<0,05*	0,12	0,12	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	0,00	0,05
P5 E1	P5	1891511,25	3117445,87	P5 E1	**19 000,00**	**14,00**	4,90	4,60	**11 000,00**	*<0,01*	*<0,05*	0,45	0,08	*<0,02*	0,07	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,14	0,00	0,06
P5 E2	P5	1891511,25	3117445,87	P5 E2	**5 700,00**	**16,00**	**11,00**	3,00	**3 400,00**	*<0,01*	*<0,05*	0,27	0,11	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,06
P5 E3	P5	1891511,25	3117445,87	P5 E3	**1 900,00**	**15,00**	**9,10**	1,90	**1 300,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,06
P6 E1	P6	1891515,98	3117481,65	P6 E1	**15 000,00**	**25,00**	**18,00**	4,10	**8 900,00**	*<0,01*	0,12	0,45	0,10	0,13	*<0,05*	*<0,05*	0,27	0,09	*<0,00*	0,90	0,00	0,15
P6 E2	P6	1891515,98	3117481,65	P6 E2	**23 000,00**	**26,00**	**41,00**	4,90	**15 000,00**	*<0,01*	0,16	0,40	0,12	0,12	*<0,05*	*<0,05*	0,10	0,07	*<0,00*	0,65	*<0,00*	0,11
P6 E3	P6	1891515,98	3117481,65	P6 E3	**2 700,00**	**86,00**	**62,00**	2,50	**1 300,00**	*<0,01*	0,07	0,26	0,13	0,02	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,11	0,00	0,11
P7 E1	P7	1891485,1	3117415,22	P7 E1	**5 000,00**	**10,00**	**11,00**	2,70	**2 900,00**	*<0,01*	0,11	0,44	0,09	0,03	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,13	0,00	0,08
P7 E2	P7	1891485,1	3117415,22	P7 E2	*<1 000,00*	**95,00**	**14,00**	1,40	**290,00**	*<0,01*	0,12	*<0,10*	0,09	0,02	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	0,00	0,05
P8 E1	P8	1891509,41	3117434,61	P8 E1	**2 000,00**	**19,00**	**15,00**	2,30	**1 300,00**	*<0,01*	0,36	0,26	0,08	0,06	*<0,05*	*<0,05*	0,06	*<0,02*	*<0,00*	2,70	*<0,00*	*<0,05*
P8 E2	P8	1891509,41	3117434,61	P8 E2	**2 100,00**	**10,00**	**12,00**	1,50	**1 900,00**	*<0,01*	0,29	0,16	0,08	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,77	*<0,00*	0,05
P8 E3	P8	1891509,41	3117434,61	P8 E3	*<1 000,00*	**190,00**	**12,00**	1,30	**81,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,12	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P9 E1	P9	1891474,98	3117404,08	P9 E1	*<1 000,00*	**180,00**	**14,00**	2,00	**160,00**	*<0,01*	0,29	0,13	0,11	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,13	0,00	*<0,05*
P9 E2	P9	1891474,98	3117404,08	P9 E2	*<1 000,00*	**130,00**	**12,00**	2,00	**65,00**	*<0,01*	0,07	*<0,10*	0,10	0,02	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,06	*<0,00*	*<0,05*
P9 E3	P9	1891474,98	3117404,08	P9 E3	*<1 000,00*	**130,00**	**14,00**	1,20	**89,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,08	0,02	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,08
P10 E1	P10	1891498,52	3117420,82	P10 E1	*<1 000,00*	**130,00**	**7,10**	2,00	**52,00**	*<0,01*	0,40	*<0,10*	0,09	0,03	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,08	*<0,00*	0,07
P10 E2	P10	1891498,52	3117420,82	P10 E2	*<1 000,00*	**130,00**	**8,20**	2,00	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	*<0,02*	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P11 E1	P11	1891530,68	3117430,12	P11 E1	**1 500,00**	**150,00**	**21,00**	2,20	**76,00**	*<0,01*	0,33	0,44	0,11	0,21	*<0,05*	*<0,05*	1,40	0,10	0,00	0,26	0,00	0,09
P12 E1	P12	1891472,4	3117335,25	P12 E1	**1 600,00**	**180,00**	**13,00**	*<1,00*	*<50,00*	*<0,01*	0,24	*<0,10*	0,08	0,16	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,03	0,00	*<0,05*	0,00	*<0,05*
P13 E1	P13	1891482,82	3117314,52	P13 E1	*<1 000,00*	**180,00**	**8,40**	2,70	*<50,00*	*<0,01*	0,25	*<0,10*	0,09	0,04	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P14 E1	P14	1891525,82	3117282,01	P14 E1	*<1 000,00*	**220,00**	**44,00**	2,60	*<50,00*	*<0,01*	0,36	0,13	0,09	0,07	*<0,05*	*<0,05*	0,06	0,02	0,00	0,10	*<0,00*	*<0,05*
P15 E1	P15	1891536,29	3117293,78	P15 E1	**1 400,00**	**200,00**	**90,00**	**6,90**	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,09	0,03	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P16 E1	P16	1891547,2	3117272,18	P16 E1	*<1 000,00*	**190,00**	**69,00**	3,70	*<50,00*	*<0,01*	0,22	*<0,10*	0,11	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,06	*<0,00*	*<0,05*
P17 E1	P17	1891535,85	3117245,44	P17 E1	**1 000,00**	**170,00**	**12,00**	1,40	*<50,00*	*<0,01*	0,15	*<0,10*	0,12	0,04	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P18 E1	P18	1891503,02	3117258,99	P18 E1	**1 300,00**	**390,00**	**21,00**	2,30	*<50,00*	0,02	*<0,05*	0,12	0,10	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P19 E1	P19	1891472,39	3117270,8	P19 E1	**1 100,00**	**220,00**	**43,00**	**7,30**	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,10	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P20 E1	P20	1891516,14	3117349,16	P20 E1	**23 000,00**	**46,00**	**14,00**	3,40	**14 000,00**	*<0,01*	*<0,05*	0,38	0,08	0,08	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,03	*<0,00*	0,09	*<0,00*	0,05
P20 E2	P20	1891516,14	3117349,16	P20 E2	**25 000,00**	**36,00**	**12,00**	3,70	**13 000,00**	*<0,01*	0,12	0,32	0,13	0,03	0,06	*<0,05*	*<0,05*	0,04	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P20 E3	P20	1891516,14	3117349,16	P20 E3	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**
P21 E1	P21	1891543,16	3117371,46	P21 E1	*<1 000,00*	**200,00**	**18,00**	**6,20**	*<50,00*	*<0,01*	0,05	*<0,10*	0,10	0,06	0,09	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P21bis E1	P21	1891543,16	3117371,46	P21bis E1	**2 500,00**	**130,00**	**12,00**	4,30	**1 000,00**	*<0,01*	0,12	0,16	0,12	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,14	*<0,00*	*<0,05*
P22 E1	P22	1891525,93	3117381,33	P22 E1	**1 200,00**	**180,00**	**36,00**	5,20	**66,00**	*<0,01*	0,55	0,11	0,13	0,26	*<0,05*	*<0,05*	0,08	0,07	0,00	0,09	*<0,00*	0,14
P22 E3	P22	1891525,93	3117381,33	P22 E3	**25 000,00**	**22,00**	**210,00**	**7,90**	**15 000,00**	*<0,01*	0,24	0,24	0,09	0,05	0,09	*<0,05*	*<0,05*	0,05	*<0,00*	0,52	0,00	0,15
P23 E1	P23	1891525,81	3117399,27	P23 E1	**8 700,00**	**8,20**	**7,30**	5,10	**5 400,00**	*<0,01*	0,08	0,19	0,08	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,10	*<0,00*	*<0,05*
P23 E2	P23	1891525,81	3117399,27	P23 E2	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**	**n.a.**
P23 E3	P23	1891525,81	3117399,27	P23 E3	**25 000,00**	**21,00**	**300,00**	**7,10**	**14 000,00**	*<0,01*	0,05	0,41	0,08	0,06	*<0,05*	0,06	0,34	0,21	*<0,00*	0,15	0,00	*<0,25*
P26 E1	P26	1891465,64	3117364,41	P26 E1	**8 700,00**	**24,00**	**6,20**	2,40	**5 100,00**	*<0,01*	0,10	0,60	0,08	0,09	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,38	*<0,00*	*<0,05*
P26 E2	P26	1891465,64	3117364,41	P26 E2	**24 000,00**	**34,00**	**15,00**	2,80	**14 000,00**	*<0,01*	0,07	0,38	0,09	0,10	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	0,24	*<0,00*	*<0,05*

					Paramètres sur éluat de l'arrêté du 12/12/2014																	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Résidus secs à 105 °C	Carbone Organique par oxydation (COT)	Chlorures (Cl)	Fluorures	Sulfates	Indice phénol (calcul mg/kg)	Arsenic (Calcul mg/kg après lixiviation)	Baryum (Calcul mg/kg après lixiviation)	Chrome (Calcul mg/kg après lixiviation)	Cuivre (Calcul mg/kg après lixiviation)	Molybdène	Nickel (Calcul mg/kg après lixiviation)	Plomb (Calcul mg/kg après lixiviation)	Zinc (Calcul mg/kg après lixiviation)	Mercure (Calcul mg/kg après lixiviation)	Antimoine (Calcul mg/kg après lixiviation)	Cadmium (Calcul mg/kg après lixiviation)	Selenium (Calcul mg/kg après lixiviation)
P27 E1	P27	1891477,75	3117382,39	P27 E1	**24 000,00**	**59,00**	**32,00**	3,00	**14 000,00**	*<0,01*	0,11	0,37	0,12	0,21	0,08	*<0,05*	*<0,05*	0,09	0,00	0,32	*<0,00*	*<0,05*
P27 E2	P27	1891477,75	3117382,39	P27 E2	**5 000,00**	**52,00**	**90,00**	1,30	**3 300,00**	*<0,01*	0,34	0,42	0,08	0,15	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	0,29	0,00	0,08
P27 E3	P27	1891477,75	3117382,39	P27 E3	**8 500,00**	**65,00**	**130,00**	1,60	**5 400,00**	*<0,01*	0,22	0,53	0,07	0,18	0,05	*<0,05*	*<0,05*	0,03	0,00	0,11	0,00	0,10
P28 E1	P28	1891496,73	3117375,09	P28 E1	**17 000,00**	**23,00**	**19,00**	3,70	**10 000,00**	*<0,01*	0,17	0,45	0,08	0,07	0,09	*<0,05*	*<0,05*	0,10	*<0,00*	0,16	0,01	*<0,05*
P28 E2	P28	1891496,73	3117375,09	P28 E2	**12 000,00**	**150,00**	**9,80**	3,10	**7 500,00**	*<0,01*	0,09	0,24	0,12	0,03	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,03	*<0,00*	0,22	0,01	0,06
P29 E1	P29	1891449,84	3117362,87	P29 E1	**1 100,00**	**200,00**	**25,00**	*<1,00*	*<50,00*	*<0,01*	0,61	*<0,10*	0,12	0,19	*<0,05*	*<0,05*	0,09	0,06	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P30 E1	P30	1891651,57	3117390,98	P30 E1	**5 300,00**	**140,00**	**11,00**	2,20	**550,00**	*<0,01*	0,07	*<0,10*	0,10	0,13	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P31 E1	P31	1891667,07	3117411,07	P31 E1	*<1 000,00*	**170,00**	**16,00**	1,60	*<50,00*	*<0,01*	0,18	*<0,10*	0,10	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P32 E1	P32	1891706,67	3117411,39	P32 E1	*<1 000,00*	**260,00**	**26,00**	**11,00**	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,09	0,04	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,07
P33 E1	P33	1891735,36	3117388,8	P33 E1	**2 800,00**	**98,00**	**18,00**	2,00	**1 500,00**	*<0,01*	0,08	0,26	0,10	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P33 E2	P33	1891735,36	3117388,8	P33 E2	**4 300,00**	**31,00**	**63,00**	2,10	**2 600,00**	*<0,01*	0,05	0,22	0,07	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P34 E1	P34	1891762,22	3117369,34	P34 E1	*<1 000,00*	**190,00**	**14,00**	1,70	*<50,00*	*<0,01*	0,08	0,10	0,11	0,06	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P35 E1	P35	1891741,12	3117356,25	P35 E1	*<1 000,00*	**160,00**	**13,00**	2,50	*<50,00*	*<0,01*	0,07	*<0,10*	0,09	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P36 E1	P36	1891708,66	3117367,9	P36 E1	**1 400,00**	**220,00**	**150,00**	1,80	*<50,00*	0,01	0,06	0,20	0,10	0,12	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,06
P37 E1	P37	1891768,14	3117345,66	P37 E1	*<1 000,00*	**140,00**	**12,00**	1,60	*<50,00*	*<0,01*	0,11	*<0,10*	0,10	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P38 E1	P38	1891749,21	3117337,93	P38 E1	**2 000,00**	**340,00**	**250,00**	3,10	*<50,00*	*<0,01*	0,07	0,13	0,12	0,11	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,03	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	0,06
P39 E1	P39	1891789,48	3117329,67	P39 E1	*<1 000,00*	**150,00**	**10,00**	1,60	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	0,10	0,10	0,04	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	0,00	0,07
P40 E1	P40	1891837,64	3117361,86	P40 E1	*<1 000,00*	**140,00**	**15,00**	*<1,00*	*<50,00*	*<0,01*	0,07	*<0,10*	0,10	0,05	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,03	*<0,00*	*<0,05*	0,00	0,05
P40 E3	P40	1891837,64	3117361,86	P40 E3	*<1 000,00*	**120,00**	4,30	*<1,00*	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,08	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P41 E1	P41	1891852,33	3117391,67	P41 E1	*<1 000,00*	**88,00**	**9,80**	*<1,00*	*<50,00*	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,12	0,02	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	0,02	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P41 E3	P41	1891852,33	3117391,67	P41 E3	*<1 000,00*	**130,00**	**8,70**	*<1,00*	**90,00**	*<0,01*	*<0,05*	*<0,10*	0,11	*<0,02*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	*<0,00*	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P42 E1	P42	1891577,32	3117443,7	P42 E1	**2 000,00**	**130,00**	**31,00**	1,70	**730,00**	*<0,01*	0,08	0,12	0,09	0,06	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P43 E1	P43	1891554,49	3117467,79	P43 E1	*<1 000,00*	**210,00**	**100,00**	2,20	**190,00**	*<0,01*	0,10	*<0,10*	0,12	0,11	*<0,05*	*<0,05*	*<0,05*	*<0,02*	0,00	*<0,05*	*<0,00*	*<0,05*
P44 E1	P44	1891560,29	3117418,56	P44 E1	*<1 000,00*	**170,00**	**21,00**	1,40	*<50,00*	*<0,01*	0,33	*<0,10*	0,11	0,06	*<0,05*	*<0,05*	0,07	0,03	*<0,00*	0,14	*<0,00*	*<0,05*

VALGO 2011

					Résultats d'analyses - 8ML									Résultats d'analyses - composés organiques					Autres	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)	HCT	HAP	PCB	COHV	BTEX	Cyanures libres	Cyanures totaux
VALGO 2011																				
V1	V1	1891882,51	3117371,94	V1		4,00	*<0,40*				*<13,00*	*<20,00*	*<0,05*							
V2	V2	1891804,14	3117356,14	V2		16,00	*<0,40*				**110,00**	61,00	0,13							
V3	V3	1891733,82	3117396,45	V3		13,00	*<0,40*				**97,00**	71,00	0,12							
V4	V4	1891725,57	3117432,1	V4		15,00	*<0,40*				**85,00**	58,00	0,14							
V5	V5	1891636,61	3117400,66	V5		7,30	*<0,40*				36,00	45,00	0,05							
V6	V6	1891634,15	3117432,34	V6		16,00	*<0,40*				**230,00**	**200,00**	0,29	67,25						
V7	V7	1891571,19	3117393,47	V7		7,10	*<0,40*				**250,00**	93,00	3,50	50,25						
V8	V8	1891505,35	3117349,57	V8		57,00	0,83				**1 200,00**	**400,00**	0,61	182,45						
V9	V9	1891487,51	3117296,31	V9		12,00	*<0,40*				38,00	38,00	0,08							
V10	V10	1891424,71	3117320,87	V10		18,00	*<0,40*				**150,00**	130,00	0,18							
TG1	TG1	1891773,74	3117377,45	TG1										*<20,00*	*<0,32*	*<0,01*		*<0,20*		
TG2	TG2	1891453,56	3117342,06	TG2																
TG3	TG3	1891532,48	3117423,81	TG3										55,00	8,70	0,17		*<0,20*		
TG4	TG4	1891451,94	3117461,67	TG4										*<20,00*	8,60	*<0,01*		*<0,20*		
TG5	TG5	1891498,88	3117486,2	TG5										85,00	0,42	*<0,01*		*<0,20*		
TG6	TG6	1891349,83	3117385,8	TG6										*<20,00*	0,46	*<0,01*		*<0,20*		

					Paramètres sur éluat de l'arrêté du 12/12/2014																	
Nom du Sondage	**Nom du Sondage**	**X**	**Y**	**Nom de l'échantillon**	Résidus secs à 105 °C	Carbone Organique par oxydation (COT)	Chlorures (Cl)	Fluorures	Sulfates	Indice phénol (calcul mg/kg)	Arsenic (Calcul mg/kg après lixiviation)	Baryum (Calcul mg/kg après lixiviation)	Chrome (Calcul mg/kg après lixiviation)	Cuivre (Calcul mg/kg après lixiviation)	Molybdène	Nickel (Calcul mg/kg après lixiviation)	Plomb (Calcul mg/kg après lixiviation)	Zinc (Calcul mg/kg après lixiviation)	Mercure (Calcul mg/kg après lixiviation)	Antimoine (Calcul mg/kg après lixiviation)	Cadmium (Calcul mg/kg après lixiviation)	Selenium (Calcul mg/kg après lixiviation)
VALGO 2011																						
V1	V1	1891882,51	3117371,94	V1							*<0,10*	*<0,10*					*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	*<0,04*	*<0,01*	
V2	V2	1891804,14	3117356,14	V2																		
V3	V3	1891733,82	3117396,45	V3																		
V4	V4	1891725,57	3117432,1	V4							0,14	*<0,10*					*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	0,07	*<0,01*	
V5	V5	1891636,61	3117400,66	V5																		
V6	V6	1891634,15	3117432,34	V6							*<0,10*	0,17					*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	0,08	*<0,01*	
V7	V7	1891571,19	3117393,47	V7							*<0,10*	0,52					*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	0,32	*<0,01*	
V8	V8	1891505,35	3117349,57	V8							0,16	0,32					*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	0,59	*<0,01*	
V9	V9	1891487,51	3117296,31	V9																		
V10	V10	1891424,71	3117320,87	V10																		
TG1	TG1	1891773,74	3117377,45	TG1	**1 080,00**	*<50,00*	*<10,00*	2,50	*<20,00*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	*<0,04*	*<0,01*	*<0,04*
TG2	TG2	1891453,56	3117342,06	TG2																		
TG3	TG3	1891532,48	3117423,81	TG3	**23 800,00**	*<50,00*	*<10,00*	4,50	**14 000,00**	*<0,10*	0,37	0,21	*<0,10*	0,15	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	0,13	*<0,01*	*<0,04*
TG4	TG4	1891451,94	3117461,67	TG4	**4 200,00**	**240,00**	**62,00**	**7,50**	**180,00**	0,24	0,53	1,90	*<0,10*	*<0,10*	1,30	1,50	*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	*<0,04*	*<0,01*	*<0,04*
TG5	TG5	1891498,88	3117486,2	TG5	**3 000,00**	*<50,00*	**39,00**	2,80	**1 400,00**	*<0,10*	0,12	0,21	*<0,10*	0,11	*<0,10*	*<0,10*	*<0,10*	*<0,20*	*<0,00*	0,15	*<0,01*	0,09
TG6	TG6	1891349,83	3117385,8	TG6																		

A5	**DONNEES DE TERRAIN – SOLS – CARACTERISATION DES SOURCES**

A5.1	**Coupes schématiques des sondages et prélèvements de sols**

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Cheminée rampante - Zone 4**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu / LV**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**10/10/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**12h30**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Encroutement					
		Amas de bulles mousseuses d'aspect sableuses et noires très friables	0	ChZ4-Encroutements	x
Sol					
0	0,05	Sables très fins ocres assez cohésifs avec résidus d'encroutements	0	ChZ4-Sol	x
Mortier					
		Sables beiges ocres moyens indurés et cailloutis noirs (env 3% diam 4 mm) dans la matrice	0	ChZ4-Mortier	x





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891779,43	6239597,25	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
ChZ4-Encroutements	**Paragenèse et Isotopie Pb**	Verre 300 ml	10/10/2017	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Pelle manuelle et burin
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Intérieur cheminée
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Cheminée rampante - Zone 3**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu / LV**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**10/10/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**12h10**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Encroutement					
		Encroutements noirs très bourgeonnants et légèrement friables	0	ChZ3-Encroutements	x
Sol					
0	0,04	Sables bruns à ocres très cohésifs avec nombreux déchets (blocs tombés du mur, morceaux de végétation et encroutements)	0,3	ChZ3-Sol	x
Mortier					
		Sables moyens beiges indurés	0	ChZ3-Mortier	x





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891879,64	6239488,19	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
ChZ3-Encroutements	**Paragenèse et Isotopie Pb**	Verre 300 ml	10/10/2017	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Pelle manuelle et burin
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Intérieur cheminée
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

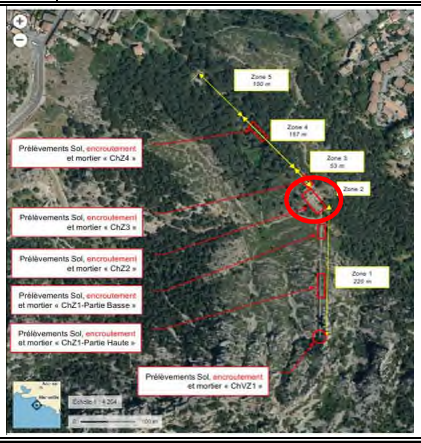
Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Cheminée rampante - Zone 2**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu / LV**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**10/10/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**11h30**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Encroutement					
		Pellicule noire sableuse soit sous forme de plaque soit sous forme mousseuse (une zone cristallisée grise à blanche brillante - type sel - non prélevée)	0	ChZ2-Encroutements	x
Sol					
0	0,05	Sables très fins beiges à ocres avec présence de fragments d'encroutements	0	ChZ2-Sol	x
Mortier					
		Sables moyens beiges à ocre	0	ChZ2-Mortier	x





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891892,13	6239459,58	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
ChZ2-Encroutements	**Paragenèse et Isotopie Pb**	Verre 300 ml	10/10/2017	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Pelle manuelle et burin
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Intérieur cheminée
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Cheminée rampante - Zone 1 Partie basse au nord du grillage gris**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu / LV**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**10/10/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**11h08**

59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Encroutement					
		Pellicule noire sableuse soit sous forme de bulles mousseuses	0	ChZ1-Encroutement	x
Sol					
0	0,03	Sables fins beiges à gris noir par endroit avec quelques cailloutis	0	ChZ1-Sol	x
Mortier					
		Sables beiges parfois ocres orangés moyens friables sous forme d'agglomérats	0	ChZ1-Mortier	x





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	8919905,66	6239396,23	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
-			10/10/2017		

DIVERS

Engin:	Pelle manuelle et burin
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Intérieur cheminée
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

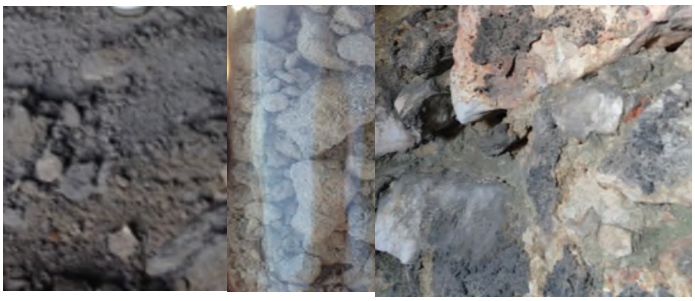
NUMERO DU SONDAGE :	**Cheminée rampante - Zone 1 Partie haute au sud du grillage gris**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu / LV**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**10/10/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**16h47**

ABO ERG ENVIRONNEMENT

59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Encroutement					
		Plaques noires avec petites billes sableuses se décrochant facilement en plaque	0	ChZ1PH-Encroutemen	x
Sol					
0	0,05	Sables fins noirs à gris beiges	0	ChZ1PH-Sol	x
Mortier					
		Sables moyens beiges à blancs très friables	0	ChZ1PH-Mortier	x





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891907,01	6239286,13	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
ChZ1PH-Encroutement	**Paragenèse et Isotopie Pb**	Verre 300 ml	10/10/2017	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Pelle manuelle et burin
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Intérieur cheminée
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Cheminée rampante - Zone 1 Exutoire vertical**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu / LV**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**10/10/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**16h20**

ABO ERG ENVIRONNEMENT

59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Encroutement					
		Encroutements très disloqués noir à gris bourgeonnants assez durs Présence de zones sans encroutement - altération pluie possible	0	ChVZ1-Encroutement	x
Sol					
0	0,05	Sables fins noirs à gris beiges Présence d'un feu de bois au sol et de déchets divers	0	ChVZ1-Sol	x
Mortier					
		Sables beiges avec cailloutis difficilement friables	0	ChVZ1-Mortier	x





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891913,43	6239201,31	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
ChVZ1-Encroutement	**Paragenèse et Isotopie Pb**	Verre 300 ml	10/10/2017	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Pelle manuelle et burin
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Intérieur cheminée
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

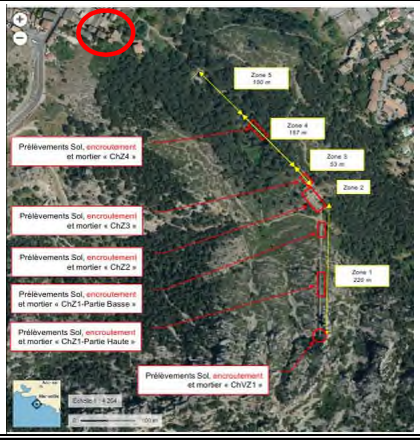
FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Cheminée verticale sur site Exutoire vertical**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu / LV**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**13/10/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**10h15**

ABO ERG ENVIRONNEMENT

59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Encroutement					
		Cheminée verticale au droit de la parcelle A accessible par une porte - Prélèvement d'encroutement sur les parois Très peu de matière	0	ChSite Encroutement	x





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891499,01	6239782,03	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
ChSite Encroutement	**Paragenèse et Isotopie Pb**	Verre 300 ml	13/10/2017	glacière et transporteur	EUROFINS + CEREGE

DIVERS

Engin:	Pelle manuelle et burin
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Intérieur cheminée
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**SC-IEM1**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**MBu / LG**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**du 18 au 20/09/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**-**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN) De	PROFONDEUR (m/TN) à	GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
Surface		Terre végétale enherbée avec débris divers apparent et déchets récents	-	-	-
0	0,3	Faible matrice silteuse grise sombre avec nombreux machefers	0	-	-
0,3	1,4	Matériaux blancs à gris crayeux très friables sans grains	0	-	-
1,4	1,7	Matériaux gris bleuté crayeux plus induré peu friables à clastes blancs (d<5mm)	0	-	-
1,7	2	Matrice sableuse à machefers rares	0	-	-
2	2,1	Poudre violette pourpre fine	0	-	-
2,1	2,2	Matériaux crayeux friables jaunes à ocres légèrement indurés à clastes colorés (d<5mm)	0	-	-
2,2	2,8	Matériaux gris, blancs à jaunes crayeux très friables sans grains	0	-	-
2,8	3,1	Sables silteux très fins à clastes calcaire (d<5cm) et rares machefers	0	-	-
3,1	3,6	Sables très fins légèrement argileux ocres à fragments calcaires (d<8cm)	0	-	-
3,6	6	Sables légèrement argileux à fragments calcaires (d<5cm) avec déchets anthropiques (fragments de briques, boulettes molles blanches à roses à pépites noires, petits fragments de charbon (d<1cm))	0	-	-
6	7	Sables légèrement argileux marron à blocs calcaire (d<8cm) de 6 à 6,3 m passes à très nombreux cailloutis calcaires (lessivage de la matrice par l'eau ?)	0	-	-
7	7,7	Sables argileux ocres très fins à fragments noirs - boulettes grasses (d<1cm)	0	-	-
7,7	8	Sables argileux ocres très fins à fragments noirs - boulettes grasses (d<1cm) Quelques rares fragments noirs brillants pailletés (résidus de combustions ?) (d<3cm)	0	-	-
8	9,1	Résidus de combustions noirs pailletés en petits fragments très nombreux avec lentilles argilo-sableuses ocres à fragments calcaires à 9m présence de fragments type béton à paillettes noires (type mousse indurée)	0	-	-
9,1	10,5	Matrice sableuse noire à brune très sombre avec très nombreux fragments de résidus de combustion bruns violacés à traces de rouille massifs (sans bulle) (dmax<10cm)	6,1	-	-
10,5	12,65	Rare matrice sableuse noire à brune très sombre avec très nombreux fragments de résidus de combustion bruns violacés à traces de rouille massifs (sans bulle) (dmax<10cm) et fragments vitrifiés verts sombres Très rares fragments à teintes vertes et jaune	0	-	-
12,5	13,5	Matrice sableuse gris foncé/noir, résidus de combustion gris à bulles + fragments à éclats vitreux noir/vert et rares morceaux de ferailles. Ech, contaminé par eau de foration	0		
13,5	14,2	Rare matrice sableuse noire, fragments de résidus de combustion noir/gris, gros fragments vitreux noir/vert (4/5cm)	0		
14,2	15,7	Refus carottier poinçonneur à 14,2m, passage au carottier T6 Ø=116m carottage à l'eau, seulement 20 cm de récupération sur la passe, sable gris beige à graves calcaire et fragement résidus de combustion, et fragments vitreux noir/verts	0		
		Arrêt volontaire sur horizon très induré - peu à pas de remontés et sables beiges à graves calcaires			

plan de localisation du sondage





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891522,89	6239953,14	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
-					
-					
-					
-					

DIVERS

Engin:	SOCO 50/65
Diam. foration:	116
Environnement Sondage:	Site en friche
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**SD-IEM1**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**VP / MBu**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**du 22 au 25/09/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**-**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Surface		Terre végétale enherbée avec débris divers apparent et déchets récents	-	-	-
0	1	Matériaux blancs à gris crayeux très friables sans grains	0	SD-IEM1 (0-1 m)	x
1	2	Matériaux gris plus foncé friables à clastes blancs (d<5mm)	0	SD-IEM1 (1-2 m)	x
2	3	Limons sableux bruns avec quelques mâchefers	0	SD-IEM1 (2-3 m)	x
3	4	Sables très fins légèrement argileux ocres à fragments calcaires (d<8cm)	0	SD-IEM1 (3-4 m)	x
4	6	Sables fins à très fins marron noirs à fragments calcaires (d<5cm) avec quelques résidus de combustion *très peu de remonté*	0	SD-IEM1 (4-5 m)	x
				SD-IEM1(5-6)m	x
6	7	Sables fins à très fins marron à noirs à fragments calcaire *très peu de remonté*	0	SD-IEM1 (6-7 m)	x
7	8	Sables fins bruns à noirs présence de blocs calcaires blancs *très peu de remonté*	0	SD-IEM1 (7-8 m)	x
8	9,5	Sables bruns à noirs avec fragments de déchets noirs à verts (type verre vitreux) + pépites noires brillantes	0	SD-IEM1 (8-9,5 m)	x
9,5	11	Sables bruns à noirs avec nombreux fragments de déchets noirs à verts (type verre vitreux) + pépites noires brillantes	0	SD-IEM1 (9,5-11 m)	x
11	12	Sables bruns à noirs avec nombreux fragments de déchets noirs à verts (type verre vitreux) + pépites noires brillantes + 1 fragment calcaire *peu de remonté*	0	SD-IEM1 (11-12 m)	x
		Arrêt volontaire sur horizon très induré - plus de remontés à la tarière (utilisation tubage et foration à l'air)			

plan de localisation du sondage





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891516,81	6239954,99	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
SD-IEM1 (1-2 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml	25/09/2017	glacière et transporteur	EUROFINS + CEREGE
SD-IEM1 (5-6 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml			
SD-IEM1 (7-8 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml			
SD-IEM1 (8-9,5 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml			
SD-IEM1 (9,5-11 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml			
SD-IEM1 (11-12 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml			

DIVERS

Engin:	SOCO 50/65
Diam. foration:	116
Environnement Sondage:	Site en friche
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**SD-IEM2**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**LV / MBu / VP**
INGENIEUR	**MBu / MOK**
DATE INTERVENTION :	**du 22 au 25/09/2017**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**-**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN)		GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
De	*à*				
Surface		Terre végétale enherbée avec débris divers apparent et déchets récents	-		-
0	1	Terre végétale brun foncé sableux avec quelques cailloutis (Ø 1 mm) avec morceaux de briques (Ø 1 mm)	0	SD-IEM2 (0-1 m)	x
1	2	Sables bruns foncés avec quelques cailloutis (Ø 2 cm) avec morceaux de briques plus nombreux (Ø 0,5 cm) + quelques pépites noires (résidus de combustion)	0	SD-IEM2 (1-2 m)	x
2	3	Sables bruns très fins avec quelques cailloutis blancs (Ø 1 mm) et morceaux de briques (Ø 2 mm)	0	SD-IEM2 (2-3 m)	x
3	4	Sables bruns clairs moyens à cailloux (Ø 4 cm), briques (Ø 0,5 cm) et pépites blanches crayeuses (Ø 0,5 cm)	0	SD-IEM2 (3-4 m)	x
4	5,5	Sables bruns grossiers à cailloux (Ø 5 cm),avec pépites blanches (Ø 0,5 cm) et pépites noires (Ø 0,5 cm) très friables	2,3	SD-IEM2 (4-5,5 m)	x
5,5	6,5	Sables bruns foncés grossiers avec beaucoup de cailloux (Ø 5 cm) et de briques (Ø 5 cm) *(présence de pépites blanches (Ø 0,5 cm) et pépites noires (Ø 0,5 cm) très friables - possibles retombées de l'horizon susjacent)*	0,9	SD-IEM2 (5-6,5 m)	x
6,5	7	Matériaux assimilés à des grès grossiers bruns orangés	0	SD-IEM2 (6,5-7 m)	x
7	8	Grès altérés orangés	0	SD-IEM2 (7-8 m)	x
		Arrêt volontaire sur horizon très induré - peu à pas de remontés à la tarière (utilisation tubage et foration à l'air)			

plan de localisation du sondage





Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891562,58	6239969,81	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
SD-IEM2 (1-2 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml	25/09/2017	glacière et transporteur	EUROFINS + CEREGE
SD-IEM2 (3-4 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml			
SD-IEM2 (4-5,5 m)	**Paragénèse et isotopie**	Verre 300 ml			

DIVERS

Engin:	SOCO 50/65
Diam. foration:	116
Environnement Sondage:	Site en friche
Prof. Niveau eau (m/TN):	Néant

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM2

Affaire N° : 17/MG/570Aa

Type : CAROTTE

X : 1891410,32

Y : 3117497,36

Z : 16,70 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : 21/12/2017

Au : 21/12/2017

Fin : 11,20 m

Echelle : 1 / 75

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN
	0.00	TN limoneux à racines et cailloutis - passage grisâtre et parfois gris-noir
	0.50	limon gris légèrement sableux à quelques cailloutis :...
16	0.70	limon sableux à cailloutis et cailloux, scories et quelques traces rouilles
	1.10	limon argilo-sableux marron à cailloux de crasse et calcaires
	1.50	limon argileux à cailloux et blocs calcaires centimétriques couleur rouille
15		
14	2.80	limon sableux ocre à morceaux de tuiles
	3.10	brique et cailloux divers et produit fin (type, argile) (chaux ou carbonates) et de plomb ? (gris)
	3.60	scories, brique, calcaire centimétrique à matrice limono-sableuse brune
13		
	4.50	sable, cailloutis et scories noires pluricentimétriques
12	5.10	sable limoneux brun à cailloutis divers (briques, calcaires)
	5.80	sable limoneux brun à cailloutis calcaire - quelques passages légèrement plus argileux
11		
10		
	7.50	limon sableux à sable marron à ocre
9	8.50	
8		calcaire sublitographique gris à rares veinules de calcite
7		
6		
	11.20	
5		
4		
3		
2		

STRATIGRAPHIE

ECHANTILLONS

CAROTTAGE (%) : 0 – 50 – 100 ; 50

RQD (%) : 0 – 50 – 100 ; 55 ; 53 ; 100

ID (cm) : 0 – 15 – 30

LEFRANC

LUGEON

NIVEAU D'EAU

EQUIPEMENT : Néant

OUTILS : CP100 ; CR116T6 + diamant + eau

TUBAGE : 127/140 (PW) ; Néant

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 2	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



FIN DU SONDAGE

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM3

Affaire N° : 17/MG/570Aa

Type : CAROTTE

X : 1891460,68

Y : 3117541,89

Z : 17,95 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : 18/12/2017

Au : 19/12/2017

Fin : 16,10 m

Echelle : 1 / 75

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN
	0.00	sable limoneux gris beige à passées indurées, blocs et cailloutis de calcaires, ferraille et débris de démolition
17	0.60	sable limoneux marron à cailloutis infracentimétriques et déchets plastiques noirâtres
	1.30	limon finement sableux beige rouille gris à rares cailloutis centimétriques
	1.70	sable limoneux brun sombre à débris infracentimétriques et...
16	2.00	sable gris à débris infracentimétriques et centimétriques (béton, verre, brique, enrobé)
	2.50	sable limoneux beige à cailloutis infracentimétriques et blocs centimétriques calcaires + débris infracentimétriques et centimétriques (brique, béton, etc.)
15	3.30	argile limoneuse brun sombre et morceaux beige, à quelques cailloutis infracentimétriques et blocs béton centimétriques
	3.60	sable limoneux marron beige à cailloutis infracentimétriques et débris béton et briques centimétriques
14	4.20	argile limoneuse grise beige noirâtre à débris de scories et rares cailloutis infracentimétriques et débris de béton centimétriques
13	5.30	sable limoneux brun rouille à nombreux cailloutis infracentimétriques et centimétriques calcaire et débris infracentimétriques à centimétriques, briques et béton
12	5.90	cailloutis et blocs calcaires (décimétriques, centimétriques et infracentimétriques) dans une matrice sableuse limoneuse gris beige à rares débris
	6.40	
11		limon sableux rougeâtre à quelques cailloux (calcaire ou béton?) centimétriques
10		
	8.70	roche dure gris beige (grès grossier, blocs?)
9	9.20	sable gris beige légèrement limoneux à quelques cailloutis infracentimétriques (grès altéré ?)
	9.40	grès grossier gris beige avec sable beige (blocs)
	9.70	sable marron beige avec rares cailloux calcaires centimétriques
8	10.70	blocs décimétriques de calcaires maçonnés grisâtres
7	11.30	sable beige à cailloutis centimétriques et infracentimétriques
6	12.40	sable beige
	12.80	galets de calcaire grisâtre
5	13.30	cailloux calcaires centimétriques grisâtres dans une matrice sableuse grossière beige
4	14.30	calcaire sublitographique fracturé, fractures comblées ponctuellement par un grès rouille
3	15.00	

STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%) 0 50 100	RQD (%) 0 50 100	ID (cm) 0 15 30	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
		100	24					Néant	CP100	127/140 (PW)
									CC 123(PQ) + diamant + eau	
									CR116T	

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM3

Affaire N° : **17/MG/570Aa**

Type : CAROTTE

X : **1891460,68**

Y : **3117541,89**

Z : **17,95 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Client : GINKGO

Etude : **PARCELLE B**
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

Date du : **18/12/2017**

Au : **19/12/2017**

Fin : **16,10 m**

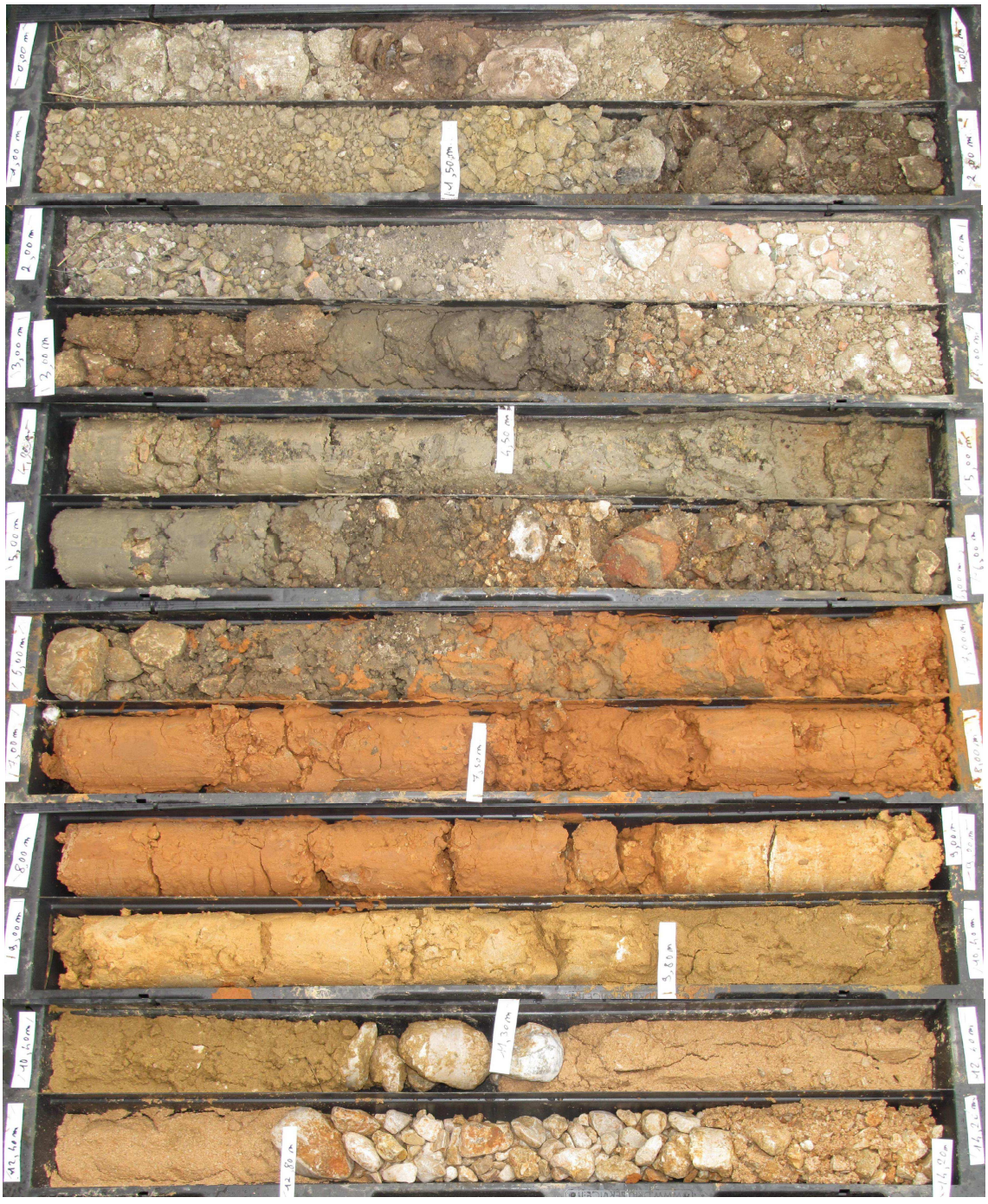
Echelle : **1 / 75**

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%) 0 50 100	RQD (%) 0 100	ID (cm) 0 15 30	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
	15.00	calcaire sublitographique fracturé, fractures comblées ponctuellement par un grès rouille			100	64					Néant	CR116T6 +	127/140
2	16.00												
1													
0													
-1													
-2													
-3													
-4													
-5													
-6													
-7													
-8													
-9													
-10													
-11													
-12													

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 3 (1/2)	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



0,00	1,00
1,00	2,00
2,00	3,00
3,00	4,00
4,00	5,00
5,00	6,00
6,00	7,00
7,00	8,00
8,00	9,00
9,00	10,40
10,40	12,40
12,40	14,20

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 3 (2/2)	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)

14,20



15,20

15,20

16,20

FIN DU SONDAGE

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM4

Affaire N° : **17/MG/570Aa**

Type : CAROTTE

X : **18911445,87**

Y : **3117535,94**

Z : **18,05 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : **18/01/2018**

Au : **19/01/2018**

Fin : **15,50 m**

Echelle : **1 / 75**

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN
18	0.00	remblais sableux limoneux marron brun à cailloux et blocs infradécimétrique à quelques racines en tête
	0.20	blocs et cailloutis de calcaire, de briques, de béton dans une matrice sablo-limoneuse beige rouille
17	1.10	blocs et cailloutis de calcaire, de briques, de béton dans une matrice marron grise plus présente
	1.40	
16		blocs et cailloutis de calcaire, de briques, de béton dans une matrice sablo-limoneuse beige rouille à passées plus compactes et traces gris sombre
15		
14	4.00	
13		sable finement limoneux marron rouille à cailloutis de calcaire à passées altérées
12		
11	6.90	
		cailloutis et blocs de calcaire dans une matrice sableuse finement limoneuse marron rouille
10	7.90	
		sable rouge rouille plus ou moins induré
9	8.90	
		brèche calcaire à matrice de sable plus ou moins gréseux et limoneux rouille à passées altérées
8		
7		
	11.30	sable marron
	11.50	sable limono-argileux beige blanc
6	11.80	
		sable marron beige à rouille à rares blocs de calcaire
	12.60	sable rouge rouille plus ou moins induré
5	12.80	
		blocs de calcaire dans une rare matrice sablo-limoneuse rouge rouille
	13.70	
4		calcaire sublitographique gris à rares veinules de calcite à passées altérées
	15.00	

STRATIGRAPHIE

ECHANTILLONS

CAROTTAGE (%) : 0 – 50 – 100 ; 100

RQD (%) : 0 – 50 – 100

ID (cm) : 0 – 15 – 30

LEFRANC

LUGEON

NIVEAU D'EAU

EQUIPEMENT : Néant

OUTILS : CP100 ; CR116T6 + diamant + eau

TUBAGE : 127/140 (PW) ; Néant

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM4

Affaire N° : *17/MG/570Aa*

Type : CAROTTE

X : **18911445,87**

Y : **3117535,94**

Z : **18,05 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : **18/01/2018**

Au : **19/01/2018**

Fin : **15,50 m**

Echelle : **1 / 75**

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%) 0 50 100	RQD (%) 0 50 100	ID (cm) 0 15 30	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
3	15.00	calcaire sublitographique gris à rares veinules de calcite à passées altérées			100						Véan	R116	Véan
2	15.50												
1													
0													
-1													
-2													
-3													
-4													
-5													
-6													
-7													
-8													
-9													
-10													
-11													

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 4 1/2	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



0,00 1,00
1,00 2,00
2,00 3,00
3,00 4,00
4,00 5,00
5,00 6,00
6,00 7,00
7,00 8,00
8,00 9,00
9,00 10,00
10,00 11,00
11,00 12,00

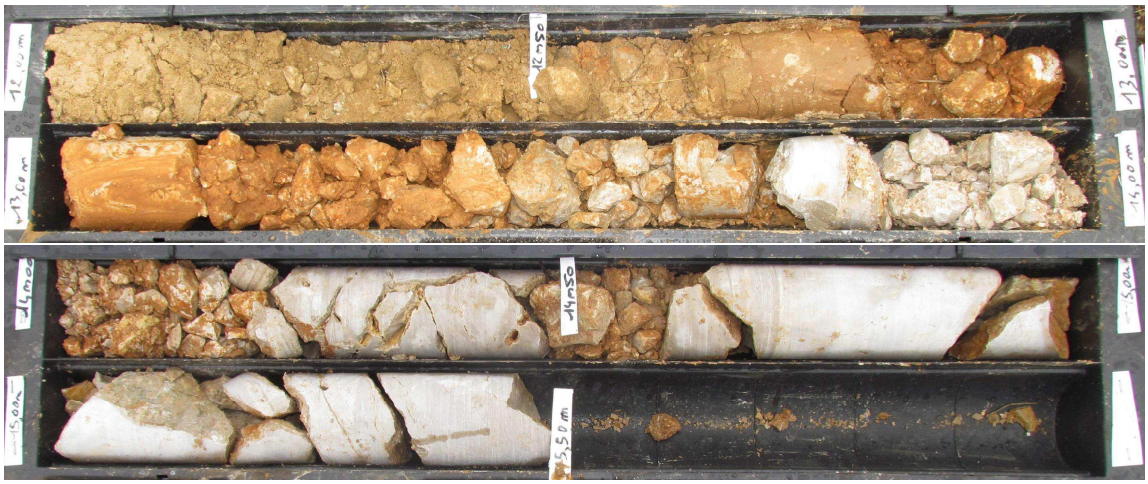
PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 4 2/2	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)

12,00

13,00



13,00

14,00

14,00

15,00

15,00

16,00

FIN DU SONDAGE

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM5

Type : CAROTTE

X : 1891425,50

Y : 3117526,86

Z : 17,15 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Affaire N° : 17/MG/570Aa

Date du : 17/01/2018

Au : 18/01/2018

Fin : 14,20 m

Echelle : 1 / 75

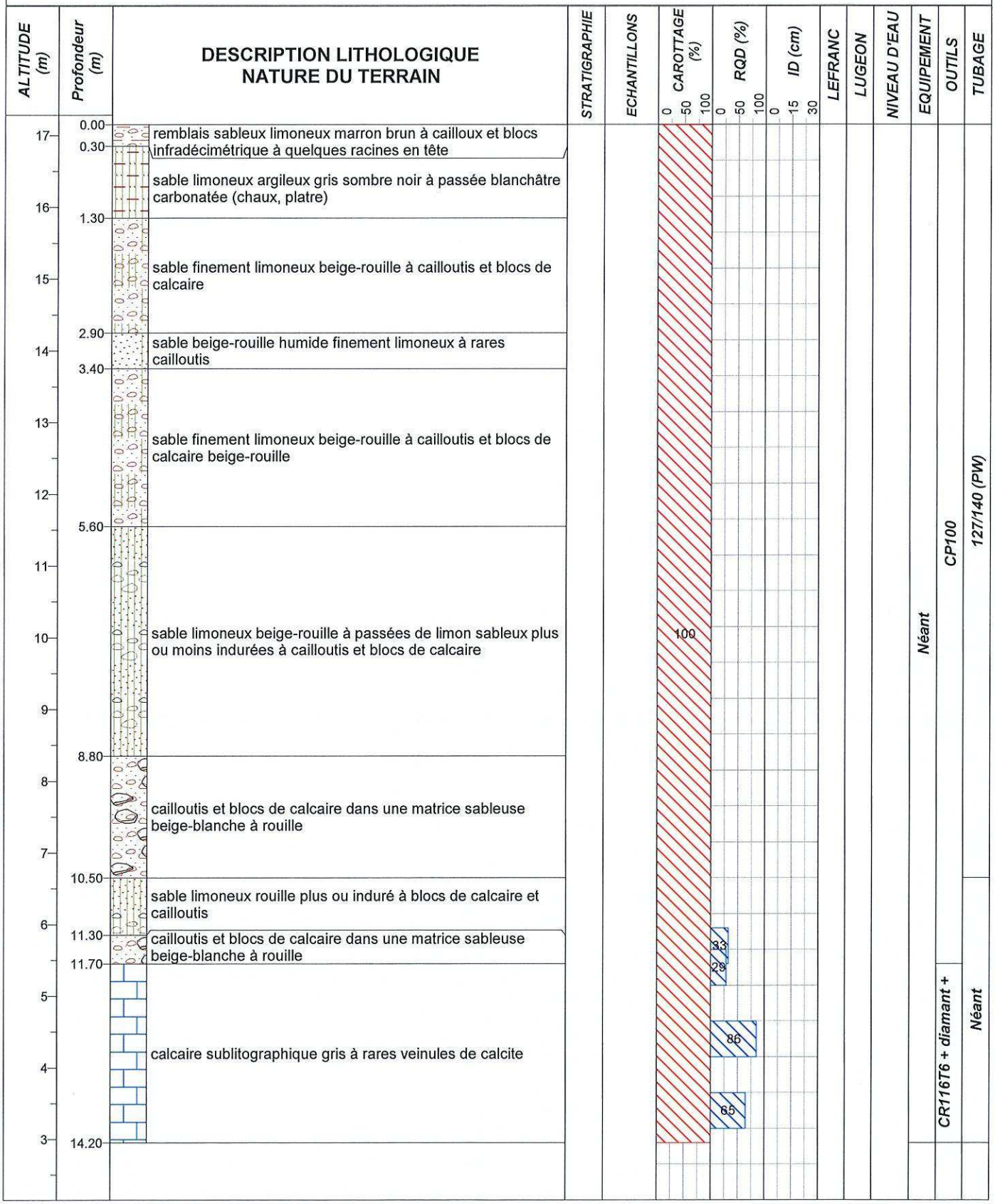
Page: 1 / 1

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

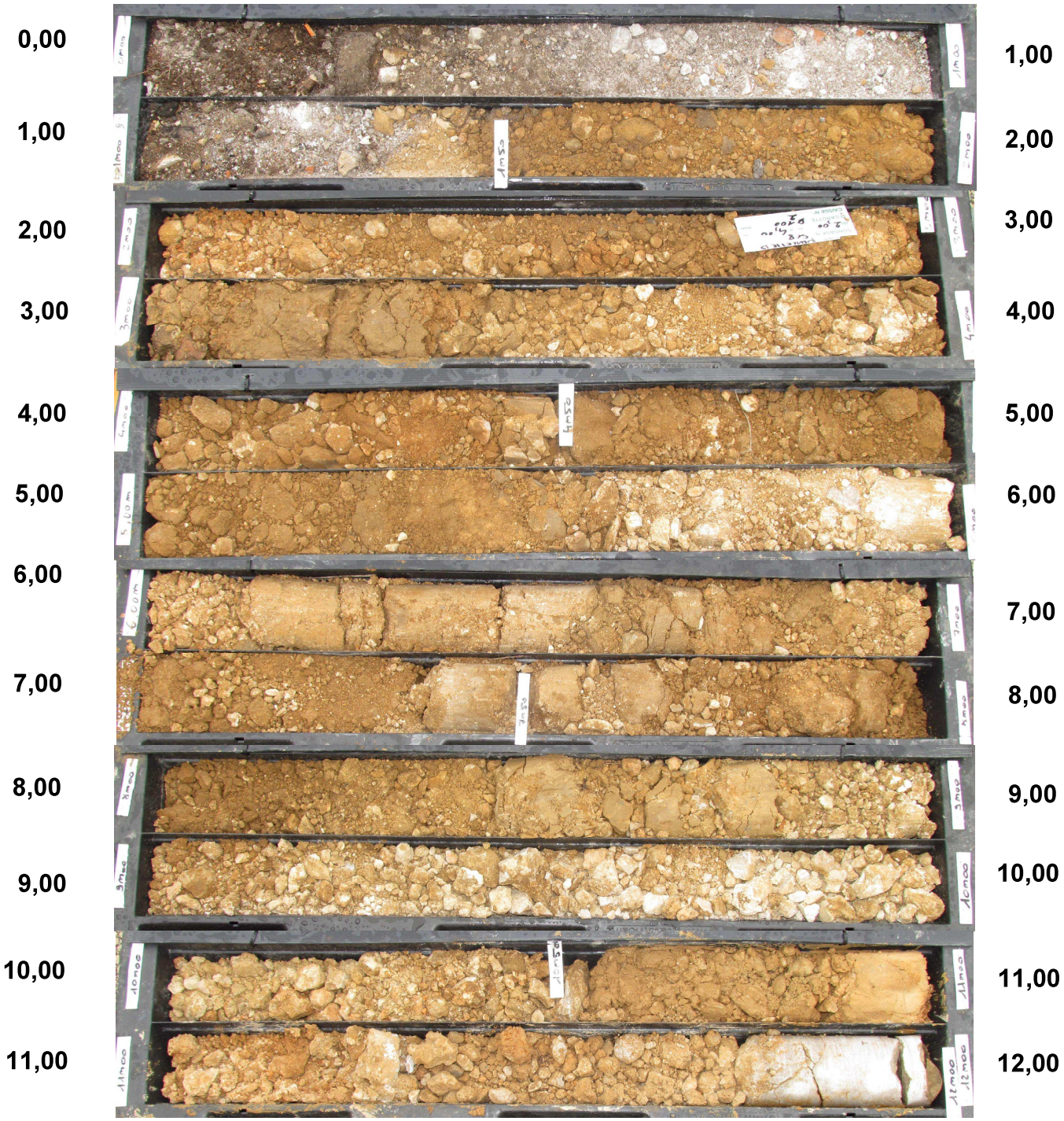
Remarque :



PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 5 (1/2)	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 5 (2/2)	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)

12,00

13,00

13,00

14,00

14,00



14,20

FIN DU SONDAGE

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM6

Affaire N° : 17/MG/570Aa

Type : CAROTTE

X : 1891408,43

Y : 3117527,69

Z : 16,75 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : 12/01/2018

Au : 15/01/2018

Fin : 20,00 m

Echelle : 1 / 75

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN
	0.00	
	0.20	TN végétaux racines cailloux divers
		remblais sablo-argileux à cailloux divers (calcaires, scories) centimétrique à traces rosâtres
16	0.80	sable finement limoneux lie de vin à quelques cailloutis gris bleuté
	1.10	
15		sable limoneux à cailloutis divers (calcaires, briques) centimétriques beiges
	2.30	sable limono-marneux à cailloutis centimétriques
14	2.70	sable limoneux à cailloutis divers (calcaires, briques)...
	2.90	cailloux blocs à tâche verte pluricentimétrique
	3.20	
13		scorie sableuse gris-sombre à noire
	4.50	cailloux divers (briques, calcaires, scories)
12	4.80	cailloux et blocs de scories et calcaires pluricentimétriques à sable
	5.40	sable à cailloutis divers (briques, calcaires)
11	5.80	blocs et cailloux de démolition
	6.00	scories et blocs centimétriques à tâches blanches et vertes
	6.40	
10		cailloux et blocs pluricentimétriques de calcaire à matrice sableuse
	7.60	
9		chaux ou carbonates produit fn carbonaté blanc
8		
	9.20	cailloutis à matrice du produit blanc carbonaté
7	9.70	chaux ou carbonates produit fin carbonaté blanc plus compact et plus grossier beige
	10.50	blocs calcaires et blocs vitrifiés pluricentimétriques
6	11.00	cailloux à tâches rougeatres sombre à matrice argilo-limoneuse brune
	11.40	cailloux calcaires pluricentimétriques
5	11.70	limon sablo-argileux brun à cailloux calcaires
	12.50	sable à cailloutis gris brun
4	13.10	
3		sable limoneux marron à limon sableux à quelques cailloutis calcaire et quelques passages plus indurés à 15,7 m : présence d'un morceau de métal rouillé (2-3 cm)
2	15.00	

STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%) 0 50 100	RQD (%) 0 50 100	ID (cm) 0 15 30	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
		100						Néant	CP100	127/140 (PW)

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM6

Affaire N° : *17/MG/570Aa*

Type : CAROTTE

X : **1891408,43**

Y : **3117527,69**

Z : **16,75 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : **12/01/2018**

Au : **15/01/2018**

Fin : **20,00 m**

Echelle : **1 / 75**

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%) 0 50 100	RQD (%) 0 50 100	ID (cm) 0 15 30	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
1	15.00	sable limoneux marron à limon sableux à quelques cailloutis calcaire et quelques passages plus indurés à 15,7 m : présence d'un morceau de métal rouillé (2-3 cm)											
0	15.70	limon sableux marron à quelques cailloux calcaires											
-1	17.00	blocs et cailloux calcaires à matrice sableuse ocre marron			100								
-2	17.70	calcaires et blocs calcaires et cailloux calcaires totalement destructurés calcaire sublitographique gris à rares veinules de calcite									Néant	CP100 CR116T6 + diamant + eau	127/140 (PW) Néant
-3	20.00												
-4													
-5													
-6													
-7													
-8													
-9													
-10													
-11													
-12													
-13													

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 6 1/2	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 6 2/2	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)

12,00 — **13,00**



13,00 — **14,00**



14,00 — **15,00**

15,00 — **16,00**



16,00 — **17,00**

17,00 — **18,00**



18,00 — **19,00**

19,00 — **20,00**

FIN DU SONDAGE

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM7

Affaire N° : *17/MG/570Aa*

Type : CAROTTE

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

X : **1891394,31**
Y : **3117528,79**
Z : **16,82 m**
Inc/Vert(°) :
Azimut :

Date du : **11/01/2018**
Au : **12/01/2018**
Fin : **21,30 m**
Echelle : **1 / 75**

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5
Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN
	0.00	
	0.20	remblais de sable limoneux marron brun à cailloux et blocs infradécimétriques à quelques racines en tête + briques
16		
		sable gris finement limoneux à cailloutis calcaires, de briques et débris de maçonnerie
15		
	2.40	caillouis et blocs de calcaire dans une matrice sablo-limoneuse beige rouille à morceaux de briques
14	3.00	sable lie de vin à scories, cailloutis et blocs et passées plus limoneuses et blanchâtres
13	4.00	
		caillouis et blocs de calcaire dans une matrice sablo-limoneuse beige rouille à morceaux de briques
12		
11	6.00	
		sable limoneux rouille plus ou moins induré à blocs de calcaire et cailloutis
10		
9	7.90	sable de scories gris sombre à cailloutis de scories vitrifiées beiges à grises
	8.30	
8		sable de scories gris sombre à rares traces de rouille
7		
		blocs de scories noires dans une matrice de carbonates blanchâtres très fine (chaux supposée)
	10.40	
	10.50	sable de scories gris sombre à rares traces de rouille
6	10.80	sable de scories gris sombre à cailloutis de scories vitrifiées beige à gris à blocs
		sable de scories gris sombre à cailloutis de scories vitrifiées beige à gris à blocs dans matrice limono-sableuse bleu pôle à vert
	11.60	
5	12.00	
		blocs et cailloutis de scories vitrifiées de métaux très denses noirâtres à lie de vin à verdâtres dans une rare matrice sableuse
4	13.00	sable limoneux gris-rouille à traces blanchâtres et bleutées à cailloutis et scories
	13.50	
3		blocs et cailloutis de scories vitrifiées de métaux très denses noirâtres à lie de vin à verdâtres dans une rare matrice sableuse + traces bleu pâle
2	15.00	

STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%) 0 / 50 / 100	RQD (%) 0 / 50 / 100	ID (cm) 0 / 15 / 30	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
		100						Néant	CP100	127/140 (PW)

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM7

Affaire N° : *17/MG/570Aa*

Type : CAROTTE

X : **1891394,31**

Y : **3117528,79**

Z : **16,82 m**

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : **11/01/2018**

Au : **12/01/2018**

Fin : **21,30 m**

Echelle : **1 / 75**

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)	RQD (%)	ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
	15.00	blocs et cailloutis de scories vitrifiées de métaux très denses noirâtres à lie de vin à verdâtres dans une rare matrice sableuse + traces bleu pâle			100	50					Néant	CP100	127/140 (PW)
	16.80	sable finement limoneux gris sombre à traces beiges très humide											
	19.00	galets et cailloutis centimétriques à décimétriques dans une rare matrice sableuse beige											
	20.10	calcaire sublitographique gris à rares veinules de calcite										CR1167 + diamant + eau	Néant
	20.20	galets et cailloutis centimétriques à décimétriques dans une rare matrice sableuse beige											
	20.80	calcaire sublitographique gris à rares veinules de calcite											
	21.30												

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 7 (1/2)	ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 7 (2/2)	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



FIN DU SONDAGE

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM8

Affaire N° : *17/MG/570Aa*

Type : CAROTTE

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

X : **1891396,34**
Y : **3117519,19**
Z : **16,58 m**
Inc/Vert(°) :
Azimut :

Date du : **15/01/2018**
Au : **17/01/2018**
Fin : **20,40 m**
Echelle : **1 / 75**

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5
Remarque :

ALTITUDE (m)	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	STRATIGRAPHIE	ECHANTILLONS	CAROTTAGE (%)	RQD (%)	ID (cm)	LEFRANC	LUGEON	NIVEAU D'EAU	EQUIPEMENT	OUTILS	TUBAGE
	0.00	remblais sableux limoneux marron brun à cailloux et blocs...			0 50 100	0 50 100	0 15 30						
	0.30	sable limoneux argileux gris sombre noir à passées blanchâtres carbonatées (chaux, plâtre ?)											
16	0.60	sable limoneux gris à cailloutis et blocs béton, briques, chaux ou carbonates pulvérolent											
15	1.50	sable limono-argileux à marron-beige à gris à cailloutis et blocs calcaires centimétriques											
14													
13													
	4.10	sable limoneux gris sombre noir à cailloutis centimétriques (brique, calcaire)											
12	4.60	cailloux et blocs centimétriques calcaires - briques, ferailles,...											
	4.90	sable finement limoneux marron clair											
	5.10	scories noires sableuses à cailloutis											
11	6.00	débris démolition et scories sableuses noires											
10	6.90	débris démolition beige rouille sableux à cailloutis											
	7.50	scories noires			100								
9	7.70	débris démolition/calcaire sableux gris beige à quelques scories											
8	8.90	scories, cailloux vitrifiés à rares verres, blocs pluricentimétriques gris foncé noir											
7	10.10	chaux ou carbonates blancs limoneux											
6	10.60	scories, métaux ? métaux lourds à traces vertes, rouges, blanches											
	11.50	scorie plus fine à sable											
5	12.20	cailloutis calcaires centimétriques à infracentimétriques - matrice sableuse finement limoneuse beige											
4	13.50	sable marron rouille à trace noirâtre											
3	13.60												
	14.00	sable grossier rouille plus ou moins gréseux finement limoneux											
2	15.00										Néant	CP100	127/140 (PW)

ABO ERG GEOTECHNIQUE

SONDAGE : SC IEM8

Affaire N° : 17/MG/570Aa

Type : CAROTTE

X : 1891396,34

Y : 3117519,19

Z : 16,58 m

Inc/Vert(°) :

Azimut :

Date du : 15/01/2018

Au : 17/01/2018

Fin : 20,40 m

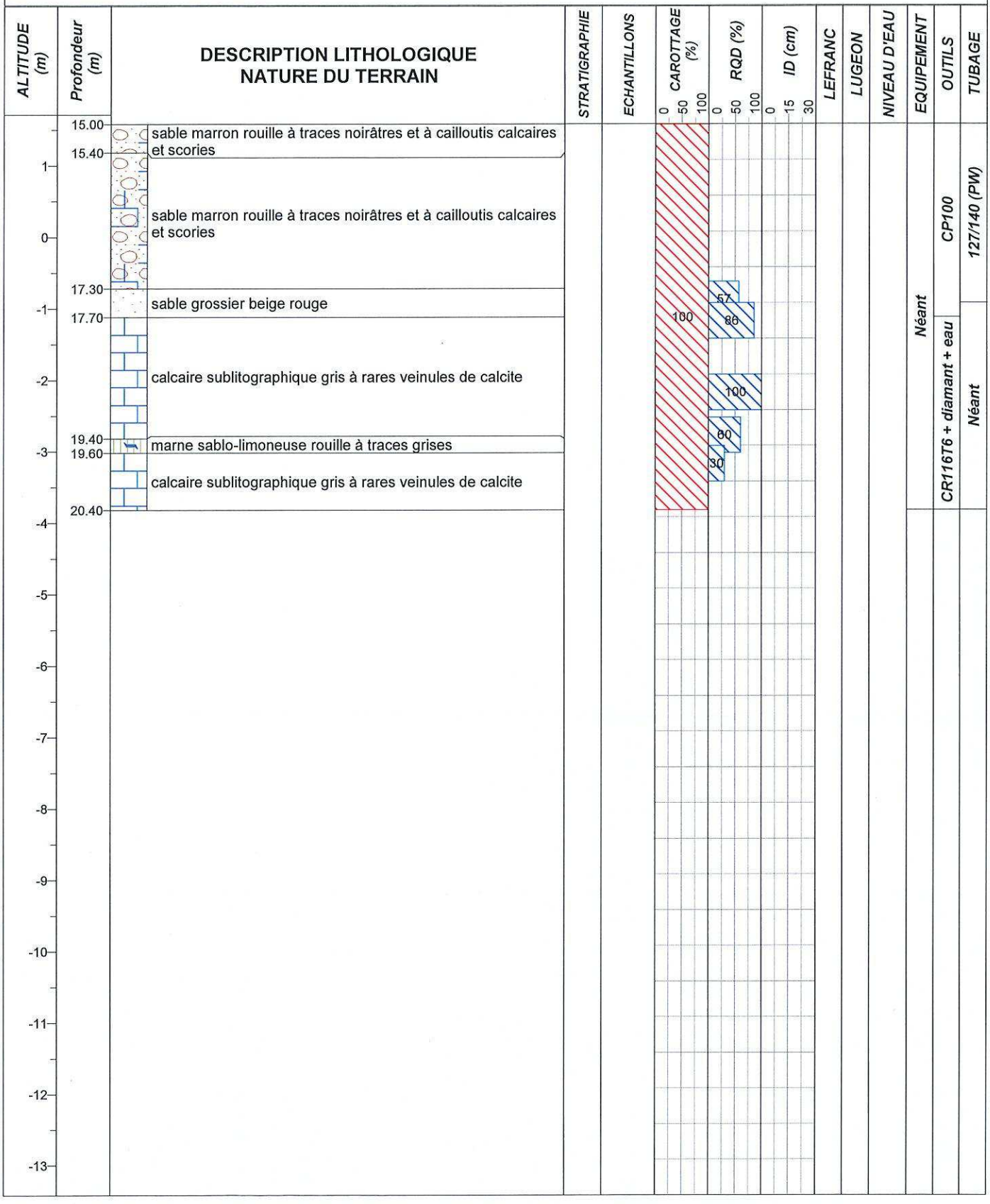
Echelle : 1 / 75

Client : GINKGO

Etude : PARCELLE B
13 - MARSEILLE

Machine : SOCOMAFOR 50/65 n°5

Remarque :



PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 8 1/2	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)



PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	SC IEM 8 2/2	ABO ERG GEOTECHNIQUE

OBJET	PARCELLE B
LIEU	13 – MARSEILLE
CLIENT	GINKGO
N° DOSSIER	17MG570Aa

(profondeurs exprimées en mètres)

12,00 – **13,00**



13,00 – **14,00**



14,00 – **15,00**

15,00 – **16,00**



16,00 – **17,00**

17,00 – **18,00**



18,00 – **19,00**

19,00 – **20,00**



20,00 – **20,40**

FIN DU SONDAGE

A5.2	**Tableaux des résultats d'analyse des sols – screening réalisés par le CEREGE**

Série & n°		18E009685-001	18E009685-002	18E009685-003	18E009685-004	18E009685-005	18E01284-001	18E006246-006	18E006246-009	18E006246-016
Nom		S1Z5TM1 (0,05-0,3)	S1Z9TM1 (0,05-0,25)	S2Z3TM1 (0,05-0,25)	S3Z2TM2 (0,05-0,3)	S5Z21TM1 (0-0,05)	S8Z9TM1 (0,05-0,4)	TR6 (0-0,5)	TR9 (0-0,5)	TR16 (0-0,5)
n° Analyse		S3_1	S3_2	S3_3	S3_4	S3_5	S3_6	S3_7	S3_8	S3_9
Ag	µg/g	0,11	0,08	0,69	1,27	0,83	1,01	0,63	0,24	0,12
Al	**mg/g**	3,52	2,64	5,65	4,22	2,92	4,11	14,97	7,58	4,43
As	µg/g	8,32	6,28	9,37	51,14	123	25,35	105	69,27	68,35
Ba	µg/g	95,6	71,67	151	125	853	347	124	121	18,78
Be	µg/g	0,79	0,49	0,83	0,94	0,77	1,12	1,21	1,28	0,72
Bi	µg/g	0,21	0,3	0,66	0,93	0,76	2,91	0,81	0,47	0,29
Ca	**mg/g**	40,7	38,77	50,2	31,56	23,85	32,84	12,34	39,31	30,05
Cd	µg/g	0,35	0,59	0,8	0,96	2,28	1,8	4,96	1,8	0,94
Ce	µg/g	0,15	0,03	0,21	0,03	0,01	0	17,4	1,94	0,03
Co	µg/g	4,85	3,56	5,07	8,71	7,26	7,3	7,94	8,88	4,91
Cr	µg/g	25,01	53,47	61,32	21,18	29,19	40,07	54,55	40,36	37,07
Cs	µg/g	1,24	0,77	1,8	2,14	3,6	2,9	3,76	1,74	2,84
Cu	µg/g	24,33	21,17	40,76	126	104	115	34,12	20,56	11,54
Fe	**mg/g**	12,68	10,54	14,61	14,55	28,46	18,63	22,21	24,17	14,93
Ga	µg/g	6,92	4,01	6,09	5,04	4,39	5,87	9,67	11,6	6,37
Ge	µg/g	2,64	2,16	2,91	2,9	4,02	3,78	4,06	4,29	2,56
Hg	µg/g	1,09	14,4	0,51	1,76	0,93	3,69	0,09	<LQ	<LQ
K	**mg/g**	5,02	3,33	5,22	3,8	4,15	3,84	5,28	7,13	4,72
La	µg/g	0,07	0,02	0,1	0,03	0,03	0,02	5,72	0,74	0,02
Li	µg/g	24,03	11	17,16	14,97	13,01	15,51	29,12	36,31	19,75
Mg	**mg/g**	4,93	4,93	4,91	3,97	4,59	5,26	1,15	3,96	3,05
Mn	µg/g	319	347	421	302	321	405	889	662	367
Mo	µg/g	0,71	1,08	0,99	1,68	1,98	2,61	1,13	1,18	1,04
Na	**mg/g**	1,4	2,75	3,65	2,76	1,78	2,43	2,71	4,36	2,46
Nb	µg/g	9,22	2,53	3,47	2,1	1,65	1,95	5,7	10,75	4,47
Ni	µg/g	13,95	13,89	18,56	18,23	15,59	23,2	28,08	34,12	22,25
P	**mg/g**	0,58	2,44	2,06	1,75	2,63	4,45	0,62	0,43	0,32
Pb	µg/g	62,34	109	129	887	557	534	2156	652	466
Rb	µg/g	29,25	21,65	44,99	32,85	35,43	37,12	58,34	55,42	49,22
S	**mg/g**	2,22	2,15	2,33	1,92	4,7	2,96	2,1	2,04	1,73
Sb	µg/g	4,28	2,84	2,72	34,9	25,61	9,66	22,87	10,42	19,82
Sc	µg/g	1,13	0,49	0,86	0,42	0,04	0,28	1,45	1,66	0,46
Si	**mg/g**	113	114	133	96,35	45,56	87,45	75,07	104	82,82
Sn	µg/g	6,85	38,48	4,9	58,96	15,53	45,47	13,18	5,78	7,06
Sr	µg/g	212	278	279	145	158	232	70,25	111	106
Th	µg/g	2,28	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,61	<LQ	<LQ
Ti	**mg/g**	1,82	1,63	1,89	1,38	1,08	1,34	2,46	3,17	1,75
Tl	µg/g	0,23	0,18	0,31	1,1	10,52	0,59	1,35	0,9	0,81
U	µg/g	1,76	1,76	2,21	2,66	1,65	4,66	1,84	2,51	1,9
V	µg/g	33,13	25,15	34,62	31,21	27,73	36,4	70,96	80,71	46,4
W	µg/g	1,35	0,79	2,26	4,34	4,76	14,39	1,22	1,41	0,83
Y	µg/g	0,09	0,04	0,16	0,04	0,02	0,01	3,25	0,75	0,02
Zn	µg/g	253	266	313	701	845	1256	392	146	194
Zr	µg/g	18,76	6,22	15,56	6,54	7,37	11,28	87,1	43,54	14,94
Série & n°		18E009685-001	18E009685-002	18E009685-003	18E009685-004	18E009685-005	18E01284-001	18E006246-006	18E006246-009	18E006246-016
Nom		S1Z5TM1 (0,05-0,3)	S1Z9TM1 (0,05-0,25)	S2Z3TM1 (0,05-0,25)	S3Z2TM2 (0,05-0,3)	S5Z21TM1 (0-0,05)	S8Z9TM1 (0,05-0,4)			
n° Analyse		S3_1	S3_2	S3_3	S3_4	S3_5	S3_6	S3_7	S3_8	S3_9

A5.3	**Résultats des analyses isotopiques - CEREGE**

A/T Mme Khiat-Paul M.O.

ERG
63, rue André Bollier
69307 Lyon cedex 07

Aix en Provence, le 12 décembre 2017

Madame,

Veuillez trouver ci-joint les résultats analytiques de compositions isotopiques en plomb sur vos quinze (15) échantillons de sols reçus.

Les incertitudes (x2 "déviations standards") sont les suivantes pour les rapports isotopiques:
<0.002 ($^{206}Pb/^{204}Pb$) ; <0.002 ($^{207}Pb/^{204}Pb$) ; <0.004 ($^{208}Pb/^{204}Pb$) ; <0.0001 ($^{208}Pb/^{206}Pb$, $^{206}Pb/^{207}Pb$)

Une première analyse sur les types d'échantillons référencés SD-IEM et encroûtements montre les moyennes suivantes sur le rapport $^{206}Pb/^{207}Pb$:
- SD-IEM1: **1.171±0.002**
- SD-IEM2: **1.176±0.001** (la différence entre IEM1 et IEM2 est significative, test student p=0.002).
- Encroûtements: **1.170±0.001** (il ne semble pas y avoir de différences significatives entre les divers types d'encroûtements, ni entre SD-IEM1 et les encroûtements sur la base du rapport $^{206}Pb/^{207}Pb$).

Pour information la signature moyenne relevée par Romain Gelly sur les cheminées de l'Escalette est **1.180±0.001**, elle est significativement différente de celles des sources IEM et encroûtements.

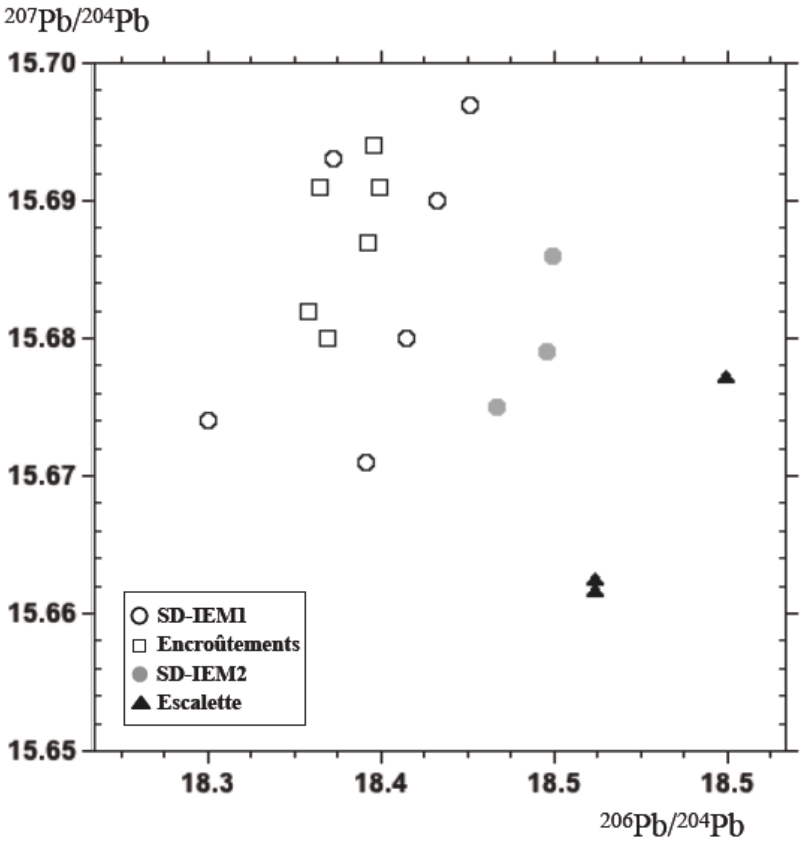
Vous trouverez à la suite du tableau des résultats deux figures qui illustrent ces différences. Ne sachant pas la nature exacte des 15 échantillons sources, je ne peux pas encore me prononcer sur leur signification. Toutefois, compte tenu des variations observées j'ai bon espoir de pouvoir évaluer la contribution des différences sources (en terme de plomb) sur la base de ces empreintes et des lignes de mélange s'y rapportant pour votre site et l'Escalette.

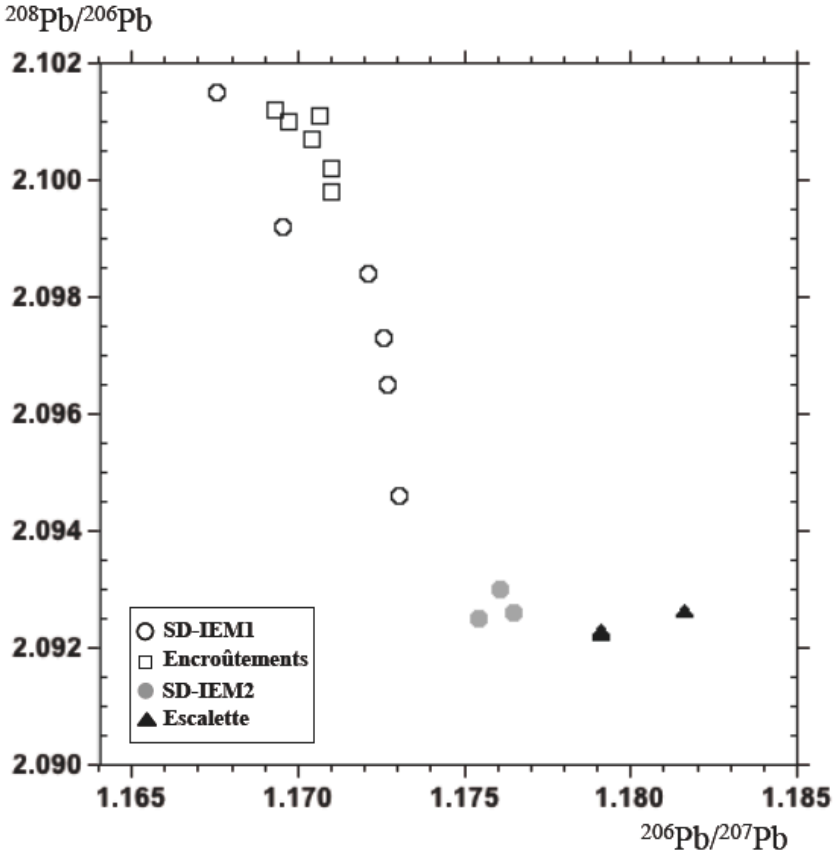
Restant à votre disposition, Je vous prie de croire, Madame, en l'expression de mes sincères salutations.

Alain Véron

0442971536
veron@cerege.fr

Références	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{207}Pb$
17E099527-001 SD-IEM1 ERG-S01	18.386	15.680	38.561	2.0973	1.1726
17E099527-002 SD-IEM1 ERG-S02	18.300	15.674	38.458	2.1015	1.1675
17E099527-003 SD-IEM1 ERG-S03	18.368	15.671	38.544	2.0984	1.1721
17E099527-004 SD-IEM1 ERG-S04	18.399	15.690	38.574	2.0965	1.1726
17E099527-005 SD-IEM1 ERG-S05	18.413	15.697	38.569	2.0946	1.1731
17E099527-006 SD-IEM1 ERG-S06	18.354	15.693	38.531	2.0992	1.1696
17E099527-007 SD-IEM2 ERG-S07	18.425	15.675	38.554	2.0925	1.1754
17E099527-008 SD-IEM2 ERG-S08	18.447	15.679	38.601	2.0926	1.1765
17E099527-009 SD-IEM2 ERG-S09	18.449	15.686	38.612	2.0930	1.1761
17E099527-010 ChSite Encroutement ERG-S10	18.369	15.687	38.571	2.0998	1.1710
17E099527-011 ChZ4-Encroutement ERG-S11	18.374	15.691	38.590	2.1002	1.1710
17E099527-012 ChZ3-Encroutement ERG-S12	18.372	15.694	38.601	2.1011	1.1707
17E099527-013 ChZ2-Encroutement ERG-S13	18.352	15.680	38.552	2.1007	1.1704
17E099527-014 ChZ1-Encroutement ERG-S14	18.348	15.691	38.552	2.1012	1.1693
17E099527-015 ChVZ1-Encroutement ERG-S15	18.343	15.682	38.540	2.1010	1.1697


207Pb/204Pb
15.70
15.69
15.68
15.67
15.66
15.65
18.3
18.4
18.5
18.5
206Pb/204Pb
SD-IEM1
Encroûtements
SD-IEM2
Escalette


208Pb/206Pb
2.102
2.100
2.098
2.096
2.094
2.092
2.090
1.165
1.170
1.175
1.180
1.185
206Pb/207Pb
SD-IEM1
Encroûtements
SD-IEM2
Escalette

A6	**DONNEES DE TERRAIN – SOLS – CARACTERISATION HORS SITE**

A6.1	**Compte rendu de terrain**

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
Prox cheminée verticale	TM1	SOL	non	non	non	-	Sables fins marron avec fragments rouges briques friables et pépites noires charbonneuses nombreux cailloux calcaires et quelques racines	TM1	0,05	TM1 (0-0,05)	11/10/2018	Surface	TM.1	1891781,77	3116770,33	
	TM2	SOL	non	non	non	-	Sables marron avec beaucoup de cailloutis calcaires quelques fragments de charbons rares	TM2	0,05	TM2 (0-0,05)	11/10/2018	Surface	TM.2	1891782,37	3116783,53	
	TM3	SOL	non	non	non	-	Sables fins bruns avec très nombreux cailloutis calcaires et très peu de matrice avec racines	TM3	0,05	TM3 (0-0,05)	11/10/2018	Surface	TM.3	1891742,09	3116806,89	
Zone chasse	chasse 1	SOL	non	non	non	-	Sables fins légèrement limoneux bruns e surface marron en profondeur avec cailloux calcaires et racines	chasse 1	0,05	chasse 1 (0-0,05) (2 pots verre)	11/10/2018	Surface	CHASSE.1	1891614,09	3116957,34	
	chasse 2	SOL	non	non	non	-	Sables très fins bruns très foncé et nombreux cailloux calcaires en profondeur avec racines	chasse 2	0,05	chasse 2 (0-0,05) (2 pots verre)	11/10/2018	Surface	CHASSE.2	1891577,70	3117021,32	
	chasse 3	SOL	non	non	non	-	Sables très fins marron avec cailloutis et cailloux calcaires avec nombreuses racines	chasse 3	0,05	chasse 3 (0-0,05) (2 pots verre)	11/10/2018	Surface	CHASSE.3	1891547,68	3117055,72	
	chasse 4	SOL	non	non	non	-	Sables très fins à moyens bruns foncés assez compactes à cailloutis calcaires avec racines et débris végétaux	chasse 4	0,05	chasse 4 (0-0,05) (2 pots verre)	11/10/2018	Surface	CHASSE.4	1891535,59	3117096,08	
	chasse 5	SOL	non	non	non	-	Sables fins à moyens bruns à cailloux et cailloutis calcaires avec débris végétaux	chasse 5	0,05	chasse 5 (0-0,05) (2 pots verre)	11/10/2018	Surface	CHASSE.5	1891426,30	3117090,97	
	chasse 6	SOL	non	non	non	-	Sables fins à moyens beiges à gris et bruns avec débris végétaux	chasse 6	0,05	chasse 6 (0-0,05) (2 pots verre)	11/10/2018	Surface	CHASSE.6	1891315,60	3117126,72	
Transects calanques	TR1	SOL	non	non	non	-	Argiles rougeatres et sables marrons à bruns, cailloutis calcaires	TR1	0,03	TR1	11/01/2018	Surface	TR.1	1892041,05	3116817,81	
	TR2	SOL	non	non	non	-	Sables marrons à bruns, cailloutis calcaire (++), matière organique et racines	TR2	0,04	TR2	11/01/2018	Surface	TR.2	1891993,45	3116739,72	
	TR3	SOL	non	non	non	-	Sables marrons à brun, cailloutis calcaire (++++), racines	TR3	0,04	TR3	11/01/2018	Surface	TR.3	1891939,53	3116742,71	
	TR4	SOL	non	non	non	-	Sables limoneux marrons, cailloutis calcaire (+), épines de pins	TR4	0,07	TR4	11/01/2018	Surface	TR.4	1891885,11	3116795,60	
	TR5	SOL	non	non	non	-	Sables marrons à cailloutis calcaire, matière organique et racines	TR5	0,05	TR5	11/01/2018	Surface	TR.5	1891857,65	3116793,11	
	TR6	SOL	non	non	non	-	Sables limoneux bruns à noirs, matière organique (+++), blocs calcaires (++)	TR6	0,05	TR6	11/01/2018	Surface	TR.6	1892002,30	3116661,43	
	TR7	SOL	non	non	non	-	Sables limoneux marrons à bruns à cailloux calcaires et racines	TR7	0,05	TR7	11/01/2018	Surface	TR.7	1892000,43	3116605,68	
	TR8	SOL	non	non	non	-	Sables noirs, matière organique (++) et cailloux calcaire et épines de pin	TR8	0,07	TR8	11/01/2018	Surface	TR.8	1892025,40	3116500,00	
	TR9	SOL	non	non	non	-	Sables limoneux marrons à cailloutis et racines	TR9	0,07	TR9	11/01/2018	Surface	TR.9	1891946,88	3116473,81	
	TR10	SOL	non	non	non	-	Sables noirs fins sur rocher calcaire, matière organique (++)	TR10	0,05	TR10	11/01/2018	Surface	TR.10	1891718,83	3116636,32	
	TR11	SOL	non	non	non	-	Sables noirs à bruns avec matière organique et cailloutis calcaire	TR11	0,04	TR11	11/01/2018	Surface	TR.11	1891669,06	3116683,03	
	TR12	SOL	non	non	non	-	Sables noirs à bruns avec matière organique et cailloutis calcaire (++)	TR12	0,05	TR12	11/01/2018	Surface	TR.12	1891645,30	3116741,50	
	TR13	SOL	non	non	non	-	Sables limoneux marrons à bruns à cailloutis calcaire	TR13	0,05	TR13	11/01/2018	Surface	TR.13	1891587,03	3116759,82	
	TR14	SOL	non	non	non	-	sables marrons à beiges, cailloutis et cailloux calcaire	TR14	0,04	TR14	11/01/2018	Surface	TR.14	1891493,40	3116745,61	
	TR15	SOL	non	non	non	-	Argiles beiges à grises tendres à cailloutis calcaire	TR15	0,05	TR15	11/01/2018	Surface	TR.15	1891395,47	3116803,23	
	TR16	SOL	non	non	non	-	Sables marrons avec matière organique et cailloux calcaires	TR16	0,04	TR16	11/01/2018	Surface	TR.16	1891351,56	3116847,78	
SECTEUR 1	Zone 1	*NON PRELEVE - NON PERTINENT - Dépôts de Machefer en surface*														
	Zone 2	SOL	faible végétation	non	non	Déchets divers en surface Local poubelle	Sables limoneux beiges à racines et cailloux calcaires rares scories	S1Z2TM1	0,2	S1Z2TM1 (0-0,05)	12/09/2017	Surface	S1Z2 TM.1	1891607,90	3117691,78	Zone de passage avec exposition limité (pas d'usage sensible), jugé non prioritaire dans el cadre de l'IEM au regard de la surface d'emprise de l'étude et indice de scories
										S1Z2TM1 (0,05-0,2)	12/09/2017	Profondeur	S1Z2 TM.1	1891607,90	3117691,78	
	Zone 3	SOL	forte végétation	jardins potagers privés	Oui	RAS Jardins potagers collectifs de résidences Origine inconnue (à priori récent apport cf photos aériennes) Sur photo googlemap pas aménagement actuel de jardin potager	Limons sableux à nombreux cailloux, branches, mégots à proximité	S1Z3TM1 (potager)	0,3	S1Z3TM1 (0-0,05) (3 pots verre)	15/09/2017	Surface	S1Z3 TM.1	1891727,99	3117624,69	Faible nombre de prélèvement dans le secteur, donc analyse des sols de surface et en profondeur de manière systématique + Usage sensible
							Sables très fins beiges et marrons, nombreux cailloux (couche drainante en fond ?)			S1Z3TM1 (0,05-0,3) (3 pots verre)	15/09/2017	Profondeur	S1Z3 TM.1	1891727,99	3117624,69	
							Limons sableux à nobreux cailloux et bois	S1Z3TM2 (arbre fruitier)	0,35	S1Z3TM2 (0-0,05) (3 pots verre)	15/09/2017	Surface	S1Z3 TM.2	1891735,68	3117629,91	Faible nombre de prélèvement dans le secteur, donc analyse des sols de surface et en profondeur de manière systématique + Usage sensible
							Sables très fins beiges à cailloutis et galets			S1Z3TM2 (0,05-0,35) (3 pots verre)	15/09/2017	Profondeur	S1Z3 TM.2	1891735,68	3117629,91	
	Zone 4	*NON PRELEVE - Résidence collective / Non accessible*														
	Zone 5	SOL	sol labouré il y a 6 ans	non	non	Ecole maternelle Ancien chauffage au fioul Espaces verts non accessibles aux enfants Origine de la terre inconnue	Silt à sables fins bruns, cailloutis secs, racines, végétation	S1Z5TM1 (hors bassin)	0,3	S1Z5TM1 (0-0,05)	13/09/2017	Surface	S1Z5 TM.1	1891777,54	3117432,76	Faible nombre de prélèvement dans le secteur, donc analyse des sols de surface et en profondeur de manière systématique, malgré les indices de remblais dans les sols + Usage sensible + Usage sensible
							Idem avec débris de briques et cailloux calcaires			S1Z5TM1 (0,05-0,3)	13/09/2017	Profondeur	S1Z5 TM.1	1891777,54	3117432,76	
							Sables fins marrons clairs, très nombreux cailloutis, rares racines, herbe grillée	S1Z5TM2 (bassin)	0,35	S1Z5TM2 (0-0,05)	13/09/2017	Surface	S1Z5 TM.2	1891804,40	3117453,79	Faible nombre de prélèvement dans le secteur, donc analyse des sols de surface et en profondeur de manière systématique + Usage sensible
							Sables fins marrons ocres à cailloux calcaires			S1Z5TM2 (0,05-0,35)	13/09/2017	Profondeur	S1Z5 TM.2	1891804,40	3117453,79	
	Zone 6	*NON PRELEVE - Résidence collective / Non accessible*														
	Zone 7	*NON PRELEVE - NON PERTINENT - Terrain de football synthétique*														
	Zone 8	*NON PRELEVE - ABSENCE le 22/09/2017 - ABSENCE le 04/09/2018*														
	Zone 9	SOL	peu de sol à nu	non	non	SPP inconnues Arrière de maison peu accessible	Sables marrons à beiges, à nombreux **débris de démolition divers**	S1Z9TM1	0,25	S1Z9TM1 (0-0,05)	22/09/2017	Surface	S1Z9 TM.1	1891543,58	3117610,79	Faible nombre de prélèvement dans le secteur, donc analyse des sols de surface et en profondeur de manière systématique, malgré les indices de remblais dans les sols + Usage sensible
										S1Z9TM1 (0,05-0,25)	22/09/2017	Profondeur	S1Z9 TM.1	1891543,58	3117610,79	
SECTEUR 2	Zone 1	*NON PRELEVE - Résidence collective / Non accessible*														
	Zone 2	SOL	Sols à nu	non	non	Présence de cuve inconnue Jardin	Sables bruns à noirs, cailloutis	S2Z2TM1 (espaces verts)	0,2	S2Z2TM1 (0-0,05)	25/09/2017	Surface	S2Z2 TM.1	1891875,46	3117758,80	Analyse des sols en surface et en profondeur. Pas d'indice organoleptique de remblais avec matériaux anthropique
							Sables bruns marrons, racines et nombreux cailloutis préseux			S2Z2TM1 (0,05-0,2)	25/09/2017	Profondeur	S2Z2 TM.1	1891875,46	3117758,80	
	Zone 3	Sol	Peu de sol à nu	oui	oui	Présence de cuve inconnue Jardins potagers arbres fruiters - peu de récolte	Sables bruns à graves calcaires et nombreuses racines	S2Z3TM1 (Espaces verts)	0,25	S2Z3TM1 (0-0,05)	25/09/2017	Surface	S2Z3 TM.1	1891936,98	3117701,60	Analyse des sols en surface et en profondeur. Pas d'indice organoleptique de remblais avec matériaux anthropique
										S2Z3TM1 (0,05-0,25)	25/09/2017	Profondeur	S2Z3 TM.1	1891936,98	3117701,60	
	Zone 4	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 5	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 6	SOL	2 jardinières	non	oui	Présence de cuve inconnue Peu de sols à nu - Prélèvements dans jardinières (haie et 1 vigne) Origine de la terre inconnue Consommation de raisins	Sables riches en matière organique (pieds de vignes), rares cailloutis	S2Z6TM1 (vigne)	0,05	S2Z6TM1 (0-0,05)	25/09/2017	Surface	S2Z6 TM.1	1891788,75	3117814,76	Prélèvement dans des jardinières dont origine des sols de remblais est non connue. Analyse sur terres d'apport d'origine non connue sans indice de matériaux anthropique
								S2Z6TM2 (haie cyprés)	0,05	S2Z6TM2 (0-0,05)	25/09/2017	Profondeur	S2Z6 TM.2	1891795,01	3117818,33	Prélèvement dans des jardinières dont origine des sols de remblais est non connue. Analyse sur terres d'apport d'origine non connue sans indice de matériaux anthropique
	Zone 7	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 8	SOL	très peu - terrasse	non	oui	Présence de cuve inconnue Peu de sols à nu Prélèvements au pied d'un abricotier Origine de la terre inconnue	Limons légèrement sableux marrons à cailloutis calcaires, racines (1 à 2 m² sols nus au pied de l'abricotier)	S2Z8TM1	0,05	S2Z8TM1 (0-0,05)	25/09/2017	Surface	S2Z8 TM.1	1891816,03	3117693,11	Analyse du prélèvement de sols de surface sans indice de remblais (sols nus au pied d'un arbre fruitier)
	Zone 9	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 10	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 11	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 12	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 13	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
SECTEUR 3	Zone 1	SOL	jardins d'enfants	non	non	RAS Espaces verts avec jeux pour enfants avec revêtement Présence de déchets dans les sols Origine de la terre inconnue	Limons marrons gris sableux secs à déchets dans les sol divers et rares cailloutis	S3Z1TM1 (espaces verts accessibles)	0,45	S3Z1TM1 (0-0,05)	12/09/2017	Surface	S3Z1 TM.1	1891230,31	3117376,15	Espace vert à proximité d'un espaces de jeux pour enfants revêtu. Analyse des sols de surface au regard de la sensibilité malgré la présence de déchets sur les sols de surface (origine des sols et qualité non connue).
							Limons marrons fins			S3Z1TM1 (0,05-0,25)	12/09/2017	Profondeur	S3Z1 TM.1	1891230,31	3117376,15	
										S3Z1TM1 (0,25-0,45)	12/09/2017	Profondeur	S3Z1 TM.1	1891230,31	3117376,15	
	Zone 2	sol	affleurement de rocher calcaire	non	non	Pas de cuve Jardins et cours avec affleurements calcaires Terre d'origine	Sables très fins à graviers marrons gris, rares herbes grillées en surface, plus de cailloutis en profondeur Risque circulation véhicules	S3Z2TM1 (côté cours)	0,25	S3Z2TM1 (0-0,05)	13/09/2017	Surface	S3Z2 TM.1	1891242,45	3117463,52	Zone de passage avec exposition limité (pas d'usage sensible), jugé non prioritaire dans le cadre de l'IEM au regard de la surface d'emprise de l'étude
										S3Z2TM1 (0,05-0,25)	13/09/2017	Profondeur	S3Z2 TM.1	1891242,45	3117463,52	
							Sables moyens avec fragments de briques	S3Z2TM2 (espace végétalisé)	0,3	S3Z2TM2 (0-0,05)	13/09/2017	Surface	S3Z2 TM.2	1891251,73	3117457,99	Analyse des sols de surface et des sols sous-jacents, au niveau des espaces verts accessible malgré la présence de remblais avec débris de démolition (briques) (origine des sols et qualité non connue)
							Rares cailloux, racines d'arbres			S3Z2TM2 (0,05-0,3)	13/09/2017	Profondeur	S3Z2 TM.2	1891251,73	3117457,99	
	Zone 3	*NON PRELEVE - REFUS - ABSENCE le 04/09/2018*														
	Zone 4	*NON PRELEVE - ABSENCE le 13/09/2017 - "Déjà fait l'an dernier"*														
	Zone 5	*NON PRELEVE - REFUS - ABSENCE le 04/09/2018*														
	Zone 6	*NON PRELEVE - ABSENCE le 13 et le 22/09/2017*														
	Zone 7	*NON PRELEVE - ABSENCE les 13 15, 22/09 et 02/10/2017*														
	Zone 8	sol	Sol à nu, terre d'origine	oui	oui	Potentiel chauffage au fioul Jardins potagers et vergers sur les 2 seteurs TM1 et TM2 Terre d'origine	Sables silteux marrons à gris, quelques cailloutis.	S3Z8TM1	0,65	S3Z8TM1 (0-0,05)	13/09/2017	Surface	S3Z8 TM.1	1891298,89	3117293,14	Analyse des sols car ils sont "d'origine" et utilisés pour des usages sensibles, mais présence dans les sols de scories et de débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Silts marron, présence de scories, rares cailloux			S3Z8TM1 (0,05-0,5)	13/09/2017	Profondeur	S3Z8 TM.1	1891298,89	3117293,14	
										S3Z8TM1 (0,5-0,65)	13/09/2017	Profondeur	S3Z8 TM.1	1891298,89	3117293,14	
							Sables silteux, nombreuses racines, quelques cailloutis bruns / gris, sec.	S3Z8TM2	0,75	S3Z8TM2 (0-0,05)	13/09/2017	Surface	S3Z8 TM.2	1891312,96	3117299,67	Analyse des sols car ils sont "d'origine" et utilisés pour des usages sensibles, mais présence dans les sols de scories et de débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Silts plus marron à quelques briques			S3Z8TM2 (0,05-0,5)	13/09/2017	Profondeur	S3Z8 TM.2	1891312,96	3117299,67	
							Limons argileuse, pépites noires carbonisées, pépites métalliques rouilles			S3Z8TM2 (0,5-0,75)	13/09/2017	Profondeur	S3Z8 TM.2	1891312,96	3117299,67	
	Zone 9	*NON PRELEVE - Résidence collective / Non accessible*														
	Zone 10	*NON PRELEVE - ABSENCE le 02/10/2017*														
	Zone 11	*NON PRELEVE - ABSENCE le 02/10/2017*														

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
SECTEUR 4	Zone 1	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 2	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 3	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 4	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 5	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 6	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 7	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 8	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 9	SOL	Jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue	Sables fins légèrement limoneux bruns en surface (beaucoup d'écorce de bois) marrons en profondeur, quelques cailloux calcaires, racines, crotin de cheval	S4Z9TM1	0,45	S4Z9TM1 (0-0,05)	02/10/2017	Surface	S4Z9 TM.1	1892063,94	3117428,68	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Origine de la terre et qualité non connue
							Sables fins bruns avec beaucoup de cailloutis			S4Z9TM1 (0,05-0,45)	02/10/2017	Profondeur	S4Z9 TM.1	1892063,94	3117428,68	
	Zone 1b	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 2b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 3b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 4b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 5b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 6b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 7b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 8b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 9b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 10	*NON PRELEVE - REPASSER le 05/10/2017 dans l'après midi*														
	Zone 11	*NON PRELEVE - Ancienne carrière de la verrerie - Beaucoup de sables dans les sols - Jardin remanié, recouvert tout cimenté*														
	Zone 12	SOL	Jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue	Graviers, sables moyens bruns, briques, verres	S4Z12TM1	0,2	S4Z12TM1 (0-0,05)	05/10/2017	Surface	S4Z12 TM.1	1891934,27	3117440,72	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec déchets de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Sables bruns moyens à grossiers, résidus blancs, résidus noirs, beaucoup de briques, odeur d'humidité forte			S4Z12TM1 (0,05-0,2)	05/10/2017	Profondeur	S4Z12 TM.1	1891934,27	3117440,72	
	Zone 13	SOL	Jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue Sols non remaniés depuis 8 ans	Sables grossiers bruns, terre végétale, racines	S4Z13TM1	0,1	S4Z13TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	05/10/2017	Surface	S4Z13 TM.1	1891929,08	3117483,27	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Origine de la terre et qualité non connue
							Sables moyens marrons/noirs, résidus noirs, résidus blancs, beaucoup de cailloux calcaires			S4Z13TM1 (0,05-0,1)	05/10/2017	Profondeur	S4Z13 TM.1	1891929,08	3117483,27	
	Zone 14	*NON PRELEVE - Absence de jardin*														
	Zone 15	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 16	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 17	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 18	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 19	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 20	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 21	SOL	Jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue	Sables limoneux fins bruns, briques, racines, cailloutis calcaires	S4Z21TM1	0,2	S4Z21TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	05/10/2017	Surface	S4Z21 TM.1	1891896,75	3117559,06	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec déchets de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Sables limoneux fins bruns, résidus blanches, agrégats orangés / blancs, cailloux calcaires			S4Z21TM1 (0,05-0,2) (2 pots verre)	05/10/2017	Profondeur	S4Z21 TM.1	1891896,75	3117559,06	
	Zone 22	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 23	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 24	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 25	SOL	Jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue	Sables fins légèrement limoneux, agrégats, débris calcaires ou quartziques en galet; traces d'hydroxydes, couche de graviers en surface sur 5 cm	S4Z25TM1	0,2	S4Z25TM1 (0-0,05)	05/10/2017	Surface	S4Z25 TM.1	1891895,46	3117503,33	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition + charbon (origine des sols et qualité non connue)
							Idem, résidus noirs, briques dans quartier beaucoup de charbon - info riverains incendie (barbecue et cendres - résidus quasi-partout) - SECTEUR 6 également			S4Z25TM1 (0,05-0,2)	05/10/2017	Profondeur	S4Z25 TM.1	1891895,46	3117503,33	
	Zone 26	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 27	*NON PRELEVE - MAISON ABANDONNEE*														
	Zone 28	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 29	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 30	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 31	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 32	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 33	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 34	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 35	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 36	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 37	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 38	NON PRELEVE - REFUS														
	Zone 39	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 40	SOL	Jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue Présence d'un collecteur d'eau pluviale non utilisé	Sables limoneux fins bruns à gris foncés, résidus noirs, résidus blancs crayeux, graviers, racines	S4Z40TM1	0,2	S4Z40TM1 (0-0,05)	05/10/2017	Surface	S4Z40 TM.1	1891955,41	3117494,80	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de la quantité de données disponible spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce jardin jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM (pas pour objectif de procéder à des analyses systématique des sols mais à des investigations spatialement réparties et initialement ciblées au droit des secteurs ayant peu à pas été modifiés)
							Limons sableux bruns clairs, débris de briques, traces de résidus jaunâtres, résidus noirs			S4Z40TM1 (0,05-0,2)	05/10/2017	Profondeur	S4Z40 TM.1	1891955,41	3117494,80	
	Zone 41	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 42	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 43	SOL	Jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue	Sables moyens bruns à gris, débris de verre, cailloutis, résidus orangés, herbe et racines	S4Z43TM1	0,2	S4Z43TM1 (0-0,05)	06/10/2017	Surface	S4Z43 TM.1	1891843,11	3117563,66	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Sables limoneux marrons, cailloutis, résidus noirs carbonés, résidus blancs crayeux			S4Z43TM1 (0,05-0,2)	06/10/2017	Profondeur	S4Z43 TM.1	1891843,11	3117563,66	
	Zone 44	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 45	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 46	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 47	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 48	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 49	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 50	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 51	SOL	secteurs enherbé - Terrain en friche	non	non	Terrainn en friche attenant au Sud l'école élémentaire. Dans le prolongement de la pate-bande de terrain au droit de l'ETS où l'échentillon 0130739HSLE04 avait été prélevé (avec 227 mg/kg MS en Pb)	Sables fins à moyen brun / marron ou beige	PA TMa	0,4	PA TMa (0-0,05)	27/10/2017	Surface	PATM A .1	1891863,22	3117397,09	Investigations ciblées sur les sols attenant au Sud l'école élémentaire. Dans le prolongement de la pate-bande de terrain au droit de l'ETS où l'échantillon 0130739HSLE04 avait été prélevé (avec 227 mg/kg MS en Pb). Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau des secteurs ne présentant pas de présence de déchets (PA TMa et PA TMb)
										PA TMa (0,05-0,4)	27/10/2017	Profondeur	PATM A .1	1891863,22	3117397,09	
							Sables fins à moyen brun / marron ou beige	PA TMb	0,4	PA TMb (0-0,05)	27/10/2017	Surface	PATM B.1	1891865,66	3117400,99	
										PA TMb (0,05-0,4)	27/10/2017	Profondeur	PATM B.1	1891865,66	3117400,99	
							Sables fins à moyen brun / marron ou beige avec déchets en surface type bouteilles plastiques et bouteilles verres	PA TMc	0,4	PA TMc (0-0,05)	27/10/2017	Surface	PATM C.1	1891870,27	3117355,84	
										PA TMc (0,05-0,4)	27/10/2017	Profondeur	PATM C.1	1891870,27	3117355,84	

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
SECTEUR 5	**Zone 1**	SOL	jardin collectif	Inconnu	Inconnu	Présence de cuve inconnue Chemin piéton	Sables légèrement limoneux marrons à nombreux cailloutis et cailloux calcaires, racines, fourmies, fragments de verre + matière organique noire	**S5Z1TM1** **Zone passage**	0,15	S5Z1TM1 (0-0,05)	02/10/2017	Surface	S5Z1 TM.1	1891179,38	3117183,96	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
										S5Z1TM1 (0,05-0,15)	02/10/2017	Profondeur	S5Z1 TM.1	1891179,38	3117183,96	
	Zone 2	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 3	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 4	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 5	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 6	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 7	SOL	jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Ancienne ferme sur la zone Apport de terre en surface il y a 2 ans	Sables fins marrons légèrement limoneux avec cailloutis et quelques briques en morceaux, terrain très compact Présence de pépites noires légèrement friables, brillantes	**S5Z7TM1** **Zone enherbée**	0,15	S5Z7TM1 (0-0,05)	04/10/2017	Surface	S5Z7 TM.1	1891080,31	3116994,95	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition et pépites noires (origine des sols et qualité non connue)
										S5Z7TM1 (0,05-0,15)	04/10/2017	Profondeur	S5Z7 TM.1	1891080,31	3116994,95	
	Zone 8	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 9	*NON PRELEVE - NON ACCESSIBLE - Ancien bassin d'eau de process pour l'usine de plomb de l'escalette*														
	Zone 10	SOL	jardin	oui	oui	Présence de cuve inconnue Remblais en place depuis plus de 20 ans	Sables fins marrons avec cailloutis + bulbes de plantes, racines, résidus de combustion, fragments de verre et de briques	**S5Z10TM1**	0,3	S5Z10TM1 (0-0,05)	04/10/2017	Surface	S5Z10 TM.1	1891019,23	3116954,87	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison des pratiques d'usage de produits dans les sols et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce jardin
										S5Z10TM1 (0,05-0,3)	04/10/2017	Profondeur	S5Z10 TM.1	1891019,23	3116954,87	
	Zone 11	SOL	jardin	non	non	Présence de cuve inconnue Origine de la terre inconnue Culture de tomates il y a longtemps	Sables moyens bruns compacts, beaucoup de résidus noirs, résidus de briques, pépites orangées, cailloutis calcaires Sables fins marrons clairs/ocres, résidus noirs, briques, peu de cailloutis	**S5Z11TM1**	0,2	S5Z11TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	06/10/2017	Surface	S5Z11 TM.1	1891004,87	3116958,56	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition et pépites noires (origine des sols et qualité non connue)
										S5Z11TM1 (0,05-0,2) (2 pots verre)	06/10/2017	Profondeur	S5Z11 TM.1	1891004,87	3116958,56	
	Zone 12	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 13	SOL	terrain vague	non	non	**Terrain vague en pente - zone "décharge"** Nombreux déchets en surface Origine du sol inconnue	Sables limoneux marrons ocres, très nombreux cailloutis, racines fraîments de verres, insectes, **machefers en surface** Fragments calcaires beaucoup plus denses, matériaux pas en place, beaucoup d'éboulementssables moins limoneux	**S5Z13TM1**	0,15	S5Z13TM1 (0-0,05)	05/10/2017	Surface	S5Z13 TM.1	1890958,52	3116960,07	Zone de terrain vague non retenue pour analyse en raison de l'exposition limitée de la présence de remblais en nature de machefer et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce terrain vague jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM (pas pour objectif de procéder à des analyses systématique des sols mais à des investigations spatialement réparties
										S5Z13TM1 (0,05-0,15)	05/10/2017	Profondeur	S5Z13 TM.1	1890958,52	3116960,07	
	Zone 14	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 15	SOL	terrain vague	non	non	Terrain vague aménagé avec escalier pour accès contrebas Nombreux déchets en surface	Sables fins marrons bruns **(passages noirs), pépites noires**, racines, verre, brique, cailloutis, escargots	**S5Z15TM1**	0,1	S5Z15TM1 (0-0,05)	04/10/2017	Surface	S5Z15 TM.1	1890905,64	3116960,87	Zone de terrain vague non retenue pour analyse en raison de l'exposition limitée de la présence de remblais avec pépites noirs et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information
										S5Z15TM1 (0,05-0,1)	04/10/2017	Profondeur	S5Z15 TM.1	1890905,64	3116960,87	
	Zone 16	SOL	jardin	non	quelques figues	avant qu'on laisse sans végétation Apport de composte cet hiver	**Composte légèrement végétalisé** Sables fins bruns à quelques cailloutis et résidus blanches crayeuses friables	**S5Z16TM1**	0,4	S5Z16TM1 (0-0,2)	04/10/2017	Surface	S5Z16 TM.1	1891096,44	3117042,91	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce jardin jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM
										S5Z16TM1 (0,2-0,4)	04/10/2017	Profondeur	S5Z16 TM.1	1891096,44	3117042,91	
	Zone 17	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 18	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 19	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 20	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 21	SOL	petite zone de sol à nu dans la terrasse	non	non	Origine du sol inconnue Recouvrement béton prévu dans l'année	**Engrais, terreaux, composte brun à noir avec fragments de briques**, racines Sable fin marrons à rares cailloutis, boulettes blanches crayeuses	**S5Z21TM1**	0,2	S5Z21TM1 (0-0,05)	04/10/2017	Surface	S5Z21 TM.1	1891022,15	3116999,20	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
										S5Z21TM1 (0,05-0,2)	04/10/2017	Profondeur	S5Z21 TM.1	1891022,15	3116999,20	
	Zone 22	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 23	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 24	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 25	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 26	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 27	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 28	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 29	SOL	Jardin	non	non	Origine du sol inconnue Sols dans bacs hors sol	Terreau en surface, sables fins bruns, cailloutis, fragments calcaires plus limoneux en profondeur Sables très fins marrons, fragments de verre, quelques résidus blancs friables, très peu de cailloutis, morceaux de céramique	**S5Z29TM1**	0,4	S5Z29TM1 (0-0,05)	04/10/2017	Surface	S5Z29 TM.1	1890895,81	3117002,79	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
										S5Z29TM1 (0,05-0,4)	04/10/2017	Profondeur	S5Z29 TM.1	1890895,81	3117002,79	
	Zone 30	SOL	jardin	non	non	Origine du sol inconnue Sols dans espace 1,5 m x 0,5 m - litière chat	Sol odorant (litière du chat), sables fins marrons à cailloutis, pas de racines, peu compact aéré / remanié	**S5Z30TM1**	0,05	S5Z30TM1 (0-0,05)	04/10/2017	Surface	S5Z30 TM.1	1890911,49	3116988,60	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur et usage de litière pour chat. Information complémentaire dans ce jardin jugée non prioritaire à ce
	Zone 31b	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 31	SOL	jardin	inconnu	inconnu	Origine sols non connue	Sables grossiers bruns, résidus noirs, résidus blancs crayeux, briques Sables fins bruns humides, résidus noirs, briques	**S5Z31TM1**	0,2	S5Z31TM1 (0-0,05)	05/10/2017	Surface	S5Z31 TM.1	1891187,02	3117142,00	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
										S5Z31TM1 (0,05-0,2)	05/10/2017	Profondeur	S5Z31 TM.1	1891187,02	3117142,00	
	Zone 32	*NON PRELEVE - Traitement pour les puces dans le jardin - "Produit toxique"*														
	Zone 33	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 34	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 35	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 36	*NON PRELEVE - REPASSER LE 05/10/2017*														
	Zone 37	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 38	SOL	jardin	non	non	Anciennes serres pour consommation personnelle Feu récent pour bruler les déchets	Sables fins légèrement limoneux à cailloutis, **déchets briques, charbon** Sables fins, cailloutis, racines	**S5Z38TM1**	0,2	0-0,05 (2 pots verre)	04/10/2017	Surface	S5Z38 TM.1	1890988,45	3117034,57	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison des activités de brulage de déchets sur les sols et de la présence de remblais avec débris de démolition et de la quantité de données disponibles spatialement sur le
										0,05-0,2 (2 pots verre)	04/10/2017	Profondeur	S5Z38 TM.1	1890988,45	3117034,57	
	Zone 39	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 40	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 41	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 42	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 43	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 44	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 45	SOL	jardin	non	non	Présence de 7 cm de galets sauf sur la zone de prélèvement	Sables fins bruns, morceaux de briques, morceaux calcaires	**S5Z45TM1** **3-4 m² espace vert**	0,2	S5Z45TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	04/10/2017	Surface	S5Z45 TM.1	1891050,10	3117056,04	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Sables limoneux bruns, morceaux calcaires, briques			S5Z45TM1 (0,05-0,2) (2 pots verre)	04/10/2017	Profondeur	S5Z45 TM.1	1891050,10	3117056,04	
		ESO	-	-	-	Présence d'un puit pas d'usage de ESO mais idée de remplir la piscine avec l'eau ?	Eau légèrement trouble MES++	**S5Z45ESO**	-	2 flacons de 1 L	04/10/2017					
	Zone 46	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 47	*NON PRELEVE - REPASSER LE 05/10/2017 à 11h30*														
	Zone 48	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 49	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 50	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
Secteur 6	Zone 1	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 2	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 3	SOL	bacs bétonnés latéralement contemporain baraque (restanque)	non	oui	Cuve à fuel (fortes odeurs) Sols présents depuis au moins 6 ans Origine des sols inconnue	Sables fins bruns foncés, **quelques pépites noires**, beaucoup de racines, débris végétaux, fragments de tuiles Sables marrons à bruns clairs, cailloutis calcaires plus fins, morceaux de tuiles, quelques pépites noires, quelques débris végétaux	**S6Z3TM1**	0,15 0,15	S6Z3TM1 (0-0,05) S6Z3TM1 (0,05-0,15)	11/10/2017 11/10/2017	Surface Profondeur	S6Z3 TM.1 S6Z3 TM.1	1892160,18 1892160,18	3116910,89 3116910,89	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition et pépites noires(origine des sols et qualité non connue)
	Zone 4	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 5	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 6	SOL	espace avec haie	non	non	Prélèvement dans la haie Origine du sol inconnue Sols dans restanque	Sables fins beiges, cailloutis calcaires (enherbé), débris végétaux, racines, **quelques pépites noires friables de charbon**, morceaux de brique **Idem avec plus de pépites noires**	**S6Z6TM1**	0,1	S6Z6TM1 (0-0,05) S6Z6TM1 (0,05-0,1)	11/10/2017 11/10/2017	Surface Profondeur	S6Z6 TM.1 S6Z6 TM.1	1892144,45 1892144,45	3116978,36 3116978,36	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de la présence de remblais avec débris de démolition et de pépites noires et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce terrain vague jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM
	Zone 7	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 8	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 9	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 10	*NON PRELEVE - ABSENCE le 11/10/2017 - Fermeture au nez le 05/09/2018*														
	Zone 11	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 12	ABSENCE le 11/10/2017 **--> PRELEVEMENTS REALISES LORS DES INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES EN 2018**														
	Zone 13	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 14	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 15	SOL	jardin	non	non	Origine des sols inconnue **Analyse si diffusion des résultats au propriétaire**	Sables fins bruns, cailloutis calcaires, quelques morceaux de briques Racines ou débris végétaux	**S6Z15TM1**	0,1	S6Z15TM1 (0-0,05) S6Z15TM1 (0,05-0,1)	11/10/2017 11/10/2017	Surface Profondeur	S6Z15 TM.1 S6Z15 TM.1	1892074,12 1892074,12	3116978,60 3116978,60	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 16	ABSENCE le 11/10/2017 **--> PRELEVEMENTS REALISES LORS DES INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES EN 2018**														
	Zone 17	*NON PRELEVE - REFUS - Informations historiques :*														
	Zone 18	*NON PRELEVE - ABSENCE le 11/10/2017 - Pas de jardin sur les deux zones le 05/09/2018*														
	Zone 19	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 20	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 21	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 22	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 23	*NON PRELEVE - MAISON INSTABLE*														
	Zone 24	*NON PRELEVE - PAS D'ACCES*														
	Zone 25	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 26	SOL	jardin	non	non	Terre d'origine avec quelques apports de temps en temps (hors zone de prélèvement) Pas de cuve depuis au moins 10 ans **Demande de contacter Mme LOMBARD - Présidente du CIQ - 04 91 73 02 47**	Sables fins à moyens beiges, beaucoup de cailloux calcaires, mousse, **quelques pépites noires collées aux fragments calcaires** Sables fins bruns avec beaucoup de fragments noirs friables, charbon	**S6Z26TM1**	0,1	S6Z26TM1 (0-0,05) S6Z26TM1 (0,05-0,1)	13/10/2017 13/10/2017	Surface Profondeur	S6Z26 TM.1 S6Z26 TM.1	1892097,74 1892097,74	3116886,06 3116886,06	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier. Sols avec débris pépites noires et charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 27	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 28	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 29	SOL	jardin	plantes aromatiques	citronier	Avant ce propriétaire, de nombreuses cultures et petits elevages (lapin, poule) + bassin récupération eaux Roche affleurante à proximité	Sables fins à moyens marrons, quelques cailloutis calcaires, racines	**S6Z29TM1**	0,15	S6Z29TM1 (0-0,05) S6Z29TM1 (0,05-0,15)	13/10/2017 13/10/2017	Surface Profondeur	S6Z29 TM.1 S6Z29 TM.1	1892048,23 1892048,23	3116890,71 3116890,71	Analyse des sols de surface et en profondeur dans des sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques. Interêt dans le secteur Sud, le plus proche de la cheminée haute
	Zone 30	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 31	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 32	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 33	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 34	SOL	jardin	oui	non	Zone peu remaniée (poules) Jardin potagers, apport de détritus végétaux	Sables moyens avec quelques minéraux Sables fins à moyens, blocs cailloutis calcaires, racines, débris végétaux, charbon de bois	**S6Z34TM1 (peu remanié)** **S6Z34TM2**	0,15 0,2 0,2	S6Z34TM1 (0-0,05) S6Z34TM1 (0,05-0,15) S6Z34TM2 (0-0,05) S6Z34TM2 (0,05-0,2)	13/10/2017 13/10/2017 13/10/2017 13/10/2017	Surface Profondeur Surface Profondeur	S6Z34 TM.1 S6Z34 TM.1 S6Z34 TM.2 S6Z34 TM.2	1891995,41 1891995,41 1891987,70 1891987,70	3117014,51 3117014,51 3117034,35 3117034,35	Analyse des sols de surface, les sols ayant été a priori peu remaniés. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques Analyse des sols de surface et en profondeur dans et jardin potager. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques sauf du charbon
	Zone 35	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 36	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 37	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 38	SOL	jardin	non	non	terre d'apport de moins de 10 ans	Sables fins limoneux bruns, racines, fragments calcaires	**S6Z38TM1**	0,05	S6Z38TM1 (0-0,05)	13/10/2017	Surface	S6Z38 TM.1	1892040,37	3117038,56	Analyse des sols de surface, les sols correspondent à de la terres d'apport de moins de 10 ans. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 39	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 40	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 41	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 42	SOL	petit jardin	oui	oui	Pas de cuve Origine des sols inconnue Petit potager (existe plus mais tous les ans) et 1 pommier **CIQ**	Sables moyens bruns à gris en surface, bruns à marrons en dessous, racines, cailloutis calcaires, fragments noirs carbonés	**S6Z42TM1 espace vert**	0,05	S6Z42TM1 (0-0,05)	13/10/2017	Surface	S6Z42 TM.1	1892045,00	3117057,29	Analyse des sols de surface à usage historique de potager. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques sauf du charbon
	Zone 43	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 44	SOL	grand jardin	oui	oui	**Le père travaillait chez LM** Pompe à chaleur Origine des sols inconnue	Sables fins marrons bruns, cailloux calcaires, **machefer en surface**, charbon **(gros éléments - terres d'apport du site ?)** Sables fins marrons, moins de **fragments noirs carbonés**	**S6Z44TM1**	0,15	S6Z44TM1 (0-0,05) S6Z44TM1 (0,05-0,15)	13/10/2017 13/10/2017	Surface Profondeur	S6Z44 TM.1 S6Z44 TM.1	1892137,12 1892137,12	3117160,41 3117160,41	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de remblais en nature de mâchefer et charbon dans les sols et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce jardin jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM (pas pour objectif de procéder à des
	Zone 45	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 46	SOL	jardin	non	non	Zone en travaux (non prélevée) Zone de prélèvement non remaniée Origine des sols inconnue	Sables fins à moyens avec beaucoup de cailloutis calcaires, **fragments de charbons**, racines	**S6Z46TM1**	0,05	S6Z46TM1 (0-0,05)	17/10/2017	Surface	S6Z46 TM.1	1892160,19	3117042,97	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence de culture ou d'arbre fruitier dans un secteur de sols non remaniés. Sols avec débris pépites noires et charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 47	SOL	jardin	oui	oui	Sols peu remaniés vignes et potagers	Sables moyens bruns à cailloutis calcaires à **pépites noires charboneuses en surface**, débris végétaux	**S6Z47TM1 potagers**	0,3	S6Z47TM1 (0-0,05) S6Z47TM1 (0,05-0,3)	17/10/2017 17/10/2017	Profondeur Profondeur	S6Z47 TM.1 S6Z47 TM.1	1892144,22 1892144,22	3117097,67 3117097,67	Analyse des sols de surface et en profondeur dans un secteur de sols peu remanié à usage de potager. Sols avec débris pépites noires et charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 48	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 49	SOL	jardin - restanque	inconnu	inconnu	inconnu Personne occupée	Sables fins à moyens, beaucoup de cailloutis calcaires, débris végétaux, racines, escargots, briques, faience, **charbon en surface**, verre	**S6Z49TM1**	0,05	S6Z49TM1 (0-0,05)	17/10/2017	Surface	S6Z49 TM.1	1892126,01	3117041,85	Analyse des sols de surface uniquement en l'absence d'indice de culture ou d'arbre fruitier . Sols avec débris de démolition et charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 50	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 51	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 52	*NON PRELEVE - MAISON INHABITEE, ESPACE VERT NON ACCESSIBLE*														
	Zone 53	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 54	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 55	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 56	*NON PRELEVE - ZONE D'IMMEUBLES NON ACCESSIBLE SANS ACCORD*														
	Zone 57	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 58	SOL	jardin	non	oui	Sol d'origine 2 poules Pas de cuve **Dans le quartier : Incendie avant 1990 / Incendie il y a 8-9 ans circonscrit au stade à côté LM + coline / Crash canadère suite à incendie il y a 30 ans**	Sables fins à moyens bruns sombres, quelques cailloutis calcaires, débris végétaux, racines, escargots, **résidus de charbon** Idem , sables marrons, pas de végétaux, charbon	**S6Z58TM1 pied arbres fruitiers**	0,15 0,15	S6Z58TM1 (0-0,05) S6Z58TM1 (0,05-0,15)	17/10/2017 17/10/2017	Surface Profondeur	S6Z58 TM.1 S6Z58 TM.1	1892032,30 1892032,30	3117092,59 3117092,59	Analyse des sols de surface dans un secteur de sols au pied d'un arbre fruitier. Sols avec résidus de charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 59	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 60	*NON PRELEVE - PAS D'ACCES, VOITURE GAREE DEVANT BLOQUANT PASSAGE*														
	Zone 61	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 62	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 63	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 64	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 65	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 66	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 67	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 68	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 69	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 70	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 71	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 72	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 73	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 74	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 75	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 76	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 77	SOL	grand jardin restanque	inconnu	inconnu	inconnu Personne occupée	Sables moyens bruns noirs (matière organique), racines, cailloutis et cailloux calcaires Sables moyens marrons, un peu humides, cailloux et cailloutis calcaires	**S6Z77TM1 espace vert**	0,3 0,3	S6Z77TM1 (0-0,05) S6Z77TM1 (0,05-0,3)	17/10/2017 17/10/2017	Surface Profondeur	S6Z77 TM.1 S6Z77 TM.1	1892100,95 1892100,95	3117188,23 3117188,23	Analyse des sols de surface et en profondeur dans un espace de restanque. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques (couleur noire).
	Zone 78	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 79	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 80	*NON PRELEVE - ABSENCE le 17/10/2017 et pas de sonnette*														
	Zone 81	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 82	*NON PRELEVE - ABSENCE le 17/10/2017 et pas de sonnette*														
	Zone 83	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 84	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 85	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 86	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 87	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 88	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 89	*NON PRELEVE - PEU DE TERRE A PRELEVER*														
	Zone 90	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 91	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 92	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 93	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 94	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 95	SOL	jardin	inconnu	inconnu	Sols non végétalisé d'origine inconnue (sol d'origine selon voisin (96) géologue qui nous a accompagné chez voisine)	Sables moyens marrons beiges, cailloutis calcaires (matériaux d'apport suspecté) Sables fins marrons, **pépites noires charbonneuses** rares en profondeur	**S6Z95TM1**	0,3 0,3	S6Z95TM1 (0-0,05) S6Z95TM1 (0,05-0,3)	17/10/2017 17/10/2017	Surface Profondeur	S6Z95 TM.1 S6Z95 TM.1	1892090,15 1892090,15	3117278,10 3117278,10	Analyse des sols de surface dans un secteur de sol nu sans usage, mais accessible. Sols d'origine selon voisin (1996) avec résidus de charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 96	SOL	petit jardin	non	non	Pas de cuve Ajout de terreau de temps en temps	Couche de terreau en surface, sables moyens à cailloutis calcaires marrons à beiges, **résidus de charbon**, **pépites** et rares fragments de briques, racines	**S6Z96TM1**	0,25 0,25	S6Z96TM1 (0-0,05) S6Z96TM1 (0,05-0,25)	17/10/2017 17/10/2017	Surface Profondeur	S6Z96 TM.1 S6Z96 TM.1	1892090,85 1892090,85	3117286,52 3117286,52	Analyse des sols de surface dans un secteur de sol nu sans usage, mais accessible. Sols présentant des débris de démolition et résidus de charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 97	*NON PRELEVE - PAS DE TEMPS le 17/10/2017*														
	Zone 98	SOL	jardin	oui	oui	Pas de cuve Terre en place non remaniées à part ajout de **cendres de barbecue dans les sols (partout)**	Sables fins beiges marrons clairs, **charbon**, débris végétaux, racines Idem avec cailloutis calcaires	**S6Z98TM1**	0,15 0,15	S6Z98TM1 (0-0,05) S6Z98TM1 (0,05-0,15)	17/10/2017 17/10/2017	Surface Profondeur	S6Z98 TM.1 S6Z98 TM.1	11/03/7080 11/03/7080	3117269,711 3117269,711	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de la présence de cendres de barbecues dans les sols et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce
	Zone 99	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 100	*NON PRELEVE - NON ACCESSIBLE*														
	Zone 101	*NON PRELEVE - ABSENCE le 17/10/2017 et pas de sonnette*														
	Zone 102	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 103	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 104	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 105	SOL	jardin	inconnu	inconnu	inconnu Personne pas disponible	Sables moyens bruns à cailloutis calcaires et racines, **charbon en petits fragments en surface** et en profondeur, cailloux calcaires	**S6Z105TM1**	0,25 0,25	S6Z105TM1 (0-0,05) S6Z105TM1 (0,05-0,25)	17/10/2017 17/10/2017	Surface Profondeur	S6Z105 TM.1 S6Z105 TM.1	1892010,00 1892010,00	3117353,22 3117353,22	Analyse des sols de surface dans un secteur de sol nu sans usage, mais accessible. Sols présentant des résidus de charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 106	*NON PRELEVE - PAS DE TEMPS le 17/10/2017 revenir le 19/10/2017*														
	Zone 107	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 108	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
Secteur 7	Zone 1	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 2	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 3	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 4	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette - Propriété Privé*														
	Zone 5	SOL	jardin	non	oui	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables fins bruns avec quelques racines et rares cailloux calcaires Idem avec plus de blocs et cailloux	S7Z5TM1	0,3	S7Z5TM1 (0-0,05) S7Z5TM1 (0,05-0,3)	26/10/2017 26/10/2017	Surface Profondeur	S7Z5 TM.1 S7Z5 TM.1	1892081,73 1892081,73	3118077,03 3118077,03	Analyse des sols de surface et en profondeur dans un espace de jardin non remanié. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 6	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 7	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 8	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 9	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 10	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 11	*NON PRELEVE - Chien agressif au portail*														
	Zone 12	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 13	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 14	*NON PRELEVE - NON PERTINENT SOLS REMANIES RECEMMENT*														
	Zone 15	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 16	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 17	SOL	Bande de terre à nu 50cmx10m	non	oui	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables fins à moyens beiges à orangé non végétalisé avec débris végétaux en surface et rares cailloux calcaires	S7Z17TM1	0,25	S7Z17TM1 (0-0,05) S7Z17TM1 (0,05-0,25)	26/10/2017 26/10/2017	Surface Profondeur	S7Z17 TM.1 S7Z17 TM.1	1892002,54 1892002,54	3117987,19 3117987,19	Analyse des sols de surface et en profondeur dans un espace de jardin avec arbres fruitiers. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 18	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 19	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 20	SOL	jardin	non	oui	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables fins bruns à rares cailloux calcaires et racines	S7Z20TM1	0,5	S7Z20TM1 (0-0,05) S7Z20TM1 (0,05-0,5)	26/10/2017 26/10/2017	Surface Profondeur	S7Z20 TM.1 S7Z20 TM.1	1892061,10 1892061,10	3117979,52 3117979,52	Analyse des sols de surface et en profondeur dans un espace de jardin au pied d'arbres fruitiers. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 21	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 22	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 23	*NON PRELEVE - NON PERTINENT SOLS REMANIES RECEMMENT 50 cm*														
	Zone 24	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 25	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 26	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 27	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 28	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 29	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 30	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 31	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 32	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 33	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 34	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 35	*NON PRELEVE - RESIDENCE COLLECTIVE*														
	Zone 36	*NON PRELEVE - GROUPEMENT DE MAISON avec portail fermé et pas de sonnette*														
	Zone 37	*NON PRELEVE - NON PERTINENT pas de sols à nu*														
	Zone 38	SOL	Espace extérieur haie + zone gravillonnée	non	non	Résidence collective construite en 1980 Espace ext avec gravillons. Pas d'herbe Prélèvement en bordure dans les zones sans trop de gravillons à proximité de la haie de sapins	Sables fins bruns avec nombreux débris végétaux et cailloux et cailloutis calcaires Sables beiges moyens à nombreux cailloutis et cailloux calcaires (couche de forme ?)	S7Z38TM1	0,15	S7Z38TM1 (0-0,05) S7Z38TM1 (0,05-0,15)	26/10/2017 26/10/2017	Surface Profondeur	S7Z38 TM.1 S7Z38 TM.1	1891950,34 1891950,34	3117859,83 3117859,83	Analyse des sols de surface dans un secteur de sol nu sans usage, mais accessible. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 39	*NON PRELEVE - PERSONNE RENCONTREE NON PROPRIETAIRE*														
	Zone 40	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 41	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 42	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 43	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 44	*NON PRELEVE - NON PERTINENT pas de sols à nu*														
	Zone 45	*NON PRELEVE - RESIDENCE COLLECTIVE RECENTE*														
	Zone 46	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 47	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 48	*NON PRELEVE - NON PERTINENT pas de sols à nu*														
	Zone 49	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 50	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 51	*NON PRELEVE - RESIDENCE COLLECTIVE*														
	Zone 52	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette - Ecole primaire publique Grotte Rolland*														
	Zone 53	*NON PRELEVE - RESIDENCE COLLECTIVE*														
	Zone 54	SOL	jardin	oui	non	Maison construite en 1977 peu d'ajout de sol Pas remanié depuis Pas de Cuve	Sables fins marron à bruns avec rares cailloux calcaires avec quelques racines	S7Z54TM1	0,35	S7Z54TM1 (0-0,05) S7Z54TM1 (0,05-0,35)	27/10/2017 27/10/2017	Surface Profondeur	S7Z54 TM.1 S7Z54 TM.1	1892033,58 1892033,58	3117748,30 3117748,30	Analyse des sols de surface et en profondeur dans un espace de jardin et de potager, sol peu à pas remaniés depuis 1977. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 55	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 56	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 57	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 58	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 59	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 60	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 61	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 62	SOL	Espaces verts sans activité	non	non	Centre equestre Pas d'activité sur les zones prélevées Sols en place depuis longtemps	Sables marron à brins très secs rares cailloux calcaires et débris végétaux en surface Sables moyens marron beiges ("en vrac" en surface avec pailles et quelques cailloux calcaires	S7Z62TM1 S7Z62TM2	0,05 0,05	S7Z62TM1 (0-0,05) S7Z62TM2 (0-0,05)	27/10/2017 27/10/2017	Surface Surface	S7Z62 TM.1 S7Z62 TM.2	1892187,15 1892225,02	3117888,20 3117867,95	Analyse des sols de surface sur les deux secteurs de prélèvement - sol peu à pas remaniés depuis longtemps. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
	Zone 1	*NON PRELEVE - En travaux, résidence collective*														
	Zone 2	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 3	SOL	sol stabilisé (non enherbé)	non	non	cuve à fuel Construction en 1963	Sables moyens marrons grisatres, beaucoup de cailloutis calcaires, racines, débris végétaux, fragments de briques, fragments de béton, escargots Beaucoup de cailloutis calcaires, sables moyens marrons, refus sur calcaire	**S8Z3TM1** **terrain nu**	0,1	S8Z3TM1 (0-0,05) S8Z3TM1 (0,05-0,1)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z3TM.1 S8Z3TM.1	1891913,13 1891913,13	3118278,48 3118278,48	Analyse des sols de surface dans un secteur de sol nu sans usage, mais accessible. Sols présentant des débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue)
	Zone 4	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 5	SOL	jardin prélèvement bordure - jardin synthétique	non	non	Peu de sol à nu Pas de cuve	Sables très fins bruns, cailloutis calcaires, humide (arrosage), débris végétaux, sol riche, quelques fragments de brique Idem, et sables fins plus marrons	**S8Z5TM1** **espace vert**	0,35	S8Z5TM1 (0-0,05) S8Z5TM1 (0,05-0,35)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z5TM.1 S8Z5TM.1	1891909,37 1891909,37	3118232,47 3118232,47	Analyse des sols de surface dans un secteur d'espaces verts accessible. Sols présentant des débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue)
	Zone 6	SOL	jardin friche	non	non	Pas de cuve **Pas de changement depuis 150 ans** (margelle de potager historique ?)	Sables moyens bruns , un peu limoneux par endroit, fragments de brique, cailloux calcaires rares Sables plus clairs en profondeur, plus fins et très peu de cailloutis	**S8Z6TM1** **espace vert**	0,3	S8Z6TM1 (0-0,05) S8Z6TM1 (0,05-0,3)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z6TM.1 S8Z6TM.1	1891936,88 1891936,88	3118261,65 3118261,65	Analyse des sols de surface dans un secteur d'espaces verts accessible. Sols présentant des débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue)
	Zone 7	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 8	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 9	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 10	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 11	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 12	*NON PRELEVE - PAS DE SONETTE - PAS DE NOM*														
	Zone 13	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 14	SOL	petit jardin - **beaucoup de graviers en surface**	non	non	Origine des sols inconnue	Couche de graviers calcaires en surface, sables très fins bruns gris, racines Sables marrons fins, 1 morceau de brique	**S8Z14TM1** **sous arbre**	0,4	S8Z14TM1 (0-0,05) S8Z14TM1 (0,05-0,4)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z14 TM.1 S8Z14 TM.1	1891997,69 1891997,69	3118304,56 3118304,56	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de la présence de beaucoup de graviers dans les sols de surface et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire
	Zone 15	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 16	SOL	jardin	inconnu	inconnu	Discussion impossible Origine des sols inconue	Sables fins à moyens beiges, cailloux et cailloutis calcaires, débris de brique, sol très compact, plus marron en profondeur	**S8Z16TM1**	0,05	S8Z16TM1 (0-0,05)	18/10/2017	Surface	S8Z16 TM.1	1891969,55	3118354,86	Analyse des sols de surface en l'absence d'indice de culture ou d'arbre fruitier . Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 17	SOL	petit jardin	non	non	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables fins à moyens bruns, débris végétaux, cailloutis calcaires, charbon Sables plus marrons en profondeur, beaucoup moins de cailloutis	**S8Z17TM1**	0,5	S8Z17TM1 (0-0,05) S8Z17TM1 (0,05-0,5)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z17 TM.1 S8Z17 TM.1	1891963,09 1891963,09	3118336,87 3118336,87	Analyse des sols de surface et en profondeur dans un petit jardin. Sols présentant des débris de charbon (remblais d'origine et de qualité non connue)
	Zone 18	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 19	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 20	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 21	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 22	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 23	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 24	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 25	*NON PRELEVE - ZONE D'IMMEUBLES NON ACCESSIBLE SANS ACCORD*														
	Zone 26	SOL	terre à nu sous une haie	non	non	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables moyens marrons, cailloutis calcaires, racines, 1 fragment de brique, **1 fragment de charbon** Sables fins marrons, cailloutis calcaires, quelques cailloux, racines	**S8Z26TM1**	0,25	S8Z26TM1 (0-0,05) S8Z26TM1 (0,05-0,25)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z26TM.1 S8Z26TM.1	1891852,66 1891852,66	3118149,20 3118149,20	Analyse des sols de surface en l'absence d'indice de culture ou d'arbre fruitier . Sols avec débris de charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 27	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 28	*NON PRELEVE - EN TRAVAUX*														
	Zone 29	*NON PRELEVE - Personne agée malade*														
	Zone 30	*NON PRELEVE - ABSENCE de sonnette*														
	Zone 31	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 32	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 33	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 34	*NON PRELEVE - CABINET MEDICAL - PAS D'ACCUEIL*														
	Zone 35	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 36	*NON PRELEVE - ZONE D'IMMEUBLES NON ACCESSIBLE SANS ACCORD*														
	Zone 37	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 38	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 39	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 40	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 41	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 42	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 43	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 44	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 45	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 46	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 47	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 48	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 49	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 50	SOL	jardin - terre nu et grande terrasse	non	non	Apport de terre chaque année Pas de cuve	Sables fins à moyens bruns, racines, débris végétaux, cailloutis calcaires Sables fins marrons	**S8Z50TM1** **pied sapin**	0,25	S8Z50TM1 (0-0,05) S8Z50TM1 (0,05-0,25)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z50TM.1 S8Z50TM.1	1892029,51 1892029,51	3118188,32 3118188,32	Analyse des sols de surface en l'absence de culture ou d'arbre fruitier . Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 51	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 52	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 53	*NON PRELEVE - ARRIERE DE LA POSTE NON ACCESSIBLE*														
	Zone 54	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 55	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 56	*NON PRELEVE - sol renouvelé, anciennement remblais contenant des morceaux de carrelage*														
	Zone 57	*NON PRELEVE - commerces de proximité*														
	Zone 58	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 59	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 60	SOL	petit jardin - bande de 5 m² au pied arbustes / grande terrasse	non	non	Apport de terre / remanié en partie Pas de cuve	Pierres de lave décoratives, sables moyens bruns sombres, beaucoup de cailloutis, débris végétaux, racines Sables moyens gris beiges, plus de cailloux, racines	**S8Z60TM1**	0,15	S8Z60TM1 (0-0,05) S8Z60TM1 (0,05-0,15)	18/10/2017 18/10/2017	Surface Profondeur	S8Z60TM.1 S8Z60TM.1	1891983,26 1891983,26	3118202,62 3118202,62	Analyse des sols de surface en l'absence de culture ou d'arbre fruitier . Sols rapportés et remaniés ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 61	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 62	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 63	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 64	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 65	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 66	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 67	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 68	*NON PRELEVE - PAS LE TEMPS et PAS CREDIBLE*														
	Zone 69	*NON PRELEVE - PAS DE JARDIN*														
	Zone 70	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 71	*NON PRELEVE - ABSENCE le 19/10/2017 et pas de sonnette*														
	Zone 72	*NON PRELEVE - ABSENCE le 19/10/2017 et pas de sonnette*														
	Zone 73	*NON PRELEVE - PAS LE TEMPS et PAS PROPRIETAIRE*														
	Zone 74	*NON PRELEVE - PAS DE JARDIN*														
	Zone 75	*NON PRELEVE - BAR PMU propriétaire du terrain mais n'a plus les clefs*														
	Zone 76	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 77	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 78	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 79	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 80	SOL	jardin / grande surface bétonnée	non	non	Pas de cuve Sols en place non remaniés depuis 14 ans	Sables fins à cailloutis et cailloux calcaires avec racines (pozolane) et **rares fragments de charbon**	**S8Z80TM1** **espace déco végétalisé**	0,3	S8Z80TM1 (0-0,05) S8Z80TM1 (0,05-0,3)	19/10/2017 19/10/2017	Surface Profondeur	S8Z80TM.1 S8Z80TM.1	1891912,86 1891912,86	3118032,32 3118032,32	Analyse des sols de surface en l'absence de culture ou d'arbre fruitier . Sols avec débris de charbon (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 81	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 82	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 83	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 84	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 85	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 86	*NON PRELEVE - PAS PROPRIETAIRE*														
	Zone 87	*NON PRELEVE - PAS DE JARDIN*														
	Zone 88	SOL	jardin	oui	oui	Pas de cuve - peut être fosse sceptique Ajout de compost dans sols en place et pozolane	Sablesm moyens bruns avec racines et débris végétaux et matière organique **Fragments noirs charbonneux friables** et pozolane	**S8Z88TM1** **jardin potager**	0,4	S8Z88TM1 (0-0,05) S8Z88TM1 (0,05-0,4)	19/10/2017 19/10/2017	Surface Profondeur	S8Z88TM.1 S8Z88TM.1	1891908,31 1891908,31	3118095,84 3118095,84	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau du jardin potager. Sols avec débris noirs charbonneux friables (origine des sols et qualité non connue) - ajout composte et pozolane
	Zone 89	SOL	jardin	non	non	Pas de cuve - 2 poules Ajout de terreau et humus sur les sols	Sables moyens bruns avec racines et matière organique, légèrement limoneux en profondeur et **résidus de charbon (cendres de cheminée possible)**	**S8Z89TM1** **jardin enherbé avec poules**	0,4	S8Z89TM1 (0-0,05) S8Z89TM1 (0,05-0,4)	19/10/2017 19/10/2017	Surface Profondeur	S8Z89TM.1 S8Z89TM.1	1891823,49 1891823,49	3118012,07 3118012,07	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau du jardin (avec poules). Sols avec résidus de charbon (origine des sols et qualité non connue) - ajout de terreau et humus
	Zone 90	*NON PRELEVE - PAS DE JARDIN*														
	Zone 91	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 92	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 93	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 94	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 95	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 96	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 97	SOL	jardin zone prélevé avec auvent métallique (depuis 2ans)	non	non	Pas de cuve Présence d'un auvant au dessus depuis 3 ans	Sables moyens marron bruns avec débris végétaux et cailloux calcaire + 1 fragment de faïence Sables fins avec morceaux de briques	**S8Z97TM1** **2m² sol nu fleur**	0,3	S8Z97TM1 (0-0,05) S8Z97TM1 (0,05-0,3)	19/10/2017 19/10/2017	Surface Profondeur	S8Z97TM.1 S8Z97TM.1	1891857,46 1891857,46	3118049,53 3118049,53	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu. Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
	Zone 98	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 99	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 100	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 101	SOL	jardin	non	non	Viennent de racheter - jardin en friche Pas de cuve	Sables fins bruns et **pépites charbonneuses noires** avec racines et débris végétaux et **quelques débris béton**	**S8Z101TM1**	0,5	S8Z101TM1 (0-0,05) S8Z101TM1 (0,05-0,5)	19/10/2017 19/10/2017	Surface Profondeur	S8Z101TM.1 S8Z101TM.1	1891844,93 1891844,93	3118038,98 3118038,98	Zone de sols nus non retenue pour analyse en raison de la présence de débris de démolition dans les sols en friche et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire
	Zone 102	*NON PRELEVE - PAS DE SOL A NU*														
	Zone 103	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 104	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 105	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 106	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 107	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 108	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 109	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 110	SOL	jardin	non	non	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables moyens à grossiers bruns et **fragments noirs de charbon** avec débris végétaux Idem avec plus de cailloutis en profondeur	**S8Z110TM1**	0,4	S8Z110TM1 (0-0,05) S8Z110TM1 (0,05-0,4)	20/10/2017 20/10/2017	Surface Profondeur	S8Z110TM.1 S8Z110TM.1	1891840,98 1891840,98	3117993,16 3117993,16	Zone de jardin non retenue pour analyse en raison de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce jardin jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM
	Zone 111	SOL	jardin	non	non	Pas de cuve Origine des sols inconnue *PS : jète reste poisson dans son jardin …*	Sables très fins marron en agloméras, cailloutis calcaires avec racines et débris végétaux Idem en plus fin avec fragments de briques et de céramiques et **résidus de charbon**	**S8Z111TM1** **jardin nu**	0,5	S8Z111TM1 (0-0,05) S8Z111TM1 (0,05-0,5)	20/10/2017 20/10/2017	Surface Profondeur	S8Z111TM.1 S8Z111TM.1	1891835,55 1891835,55	3117997,62 3117997,62	Analyse des sols de surface au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols avec résidus de charbon (origine des sols et qualité non connue) - nota :pratique riverain

Secteur 8

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
Secteur 9	Zone 1	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 2	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 3	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 4	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 5	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 6	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 7	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 8	SOL	jardin	non	non	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables très fins bruns à gris assez compacts légèrement limoneux avec cailloutis et racines	**S9Z8TM1 jardin près des arbres**	0,05	S9Z8TM1 (0-0,05)	20/10/2017	Surface	S9Z8 TM.1	1892202,15	3117226,22	Analyse des sols de surface en l'absence d'indice de culture ou d'arbre fruitier . Sol ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
	Zone 9	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 10	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 11	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 12	SOL	jardin	non	non	Pas de cuve **Apport de terre il y a 10 ans**	Sables fins bruns gris légèrement compactes avec racines et débris végétaux	**S9Z12TM1 jardin enherbé**	0,3	S9Z12TM1 (0-0,05)	20/10/2017	Surface	S9Z12 TM.1	1892226,84	3117245,14	Analyse des sols de surface au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols rapportés il y a 10 ans (origine des sols et qualité non connue) ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
										S9Z12TM1 (0,05-0,3)	20/10/2017	Profondeur	S9Z12 TM.1	1892226,84	3117245,14	
	Zone 13	SOL	jardin	non	non	Pas de cuve **Sols en place depuis très longtemps**	Sables fins marron avec beaucoup de graviers et débris végétaux en surface	**S9Z13TM1 espace enherbé**	0,4	S9Z13TM1 (0-0,05)	20/10/2017	Surface	S9Z13 TM.1	1892205,15	3117263,82	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu. Sols en place depuis très longtemps avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Idem avec fragments de céramiques			S9Z13TM1 (0,05-0,4)	20/10/2017	Profondeur	S9Z13 TM.1	1892205,15	3117263,82	
	Zone 14	SOL	espace vert	non	non	Espace vert clos Remblais récent potentiel **Poste transfo récent à proximité - prélèvement couche de forme / trace enrobés : non pertinent**	Sables fins à moyens bruns à gris avec cailloutis et débris végétaux et fragments de céramiques	**S9Z14TM1**	0,15	S9Z14TM1 (0-0,05)	20/10/2017	Surface	S9Z14 TM.1	1892205,81	3117320,53	Zone d'espace vert clos non retenu pour analyse en raison du contexte (suspicion de remblais récents, poste transfo, enrober, ...) et de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce terrain vague jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM
							Sables fins beige à cailloutis divers (couche de forme) et **fragments d'enrobé noirs**			S9Z14TM1 (0,05-0,15)	20/10/2017	Profondeur	S9Z14 TM.1	1892205,81	3117320,53	
	Zone 15	SOL	jardin Toute la zone piétonne et en terrasse et zone de sol	non	oui	Citronnier et nid d'abeilles dans le sol Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables fins marron à cailloutis et cailloux calcaires et fragments de briques avec racines et débris végétaux	**S9Z15TM1 jardin surface 2 m² près citronnier**	0,5	S9Z15TM1 (0-0,05)	20/10/2017	Surface	S9Z15 TM.1	1892210,80	3117347,99	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau du jardin (avec citronnier). Sols avec débris de démolition (origine des sols et qualité non connue)
							Idem avec blocs en profondeur			S9Z15TM1 (0,05-0,5)	20/10/2017	Profondeur	S9Z15 TM.1	1892210,80	3117347,99	
	Zone 16	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 17	*NON PRELEVE - REFUS*														
	Zone 18	*NON PRELEVE - PAS DE JARDIN*														
	Zone 19	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 20	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 21	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 22	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 23	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 24	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018*														
	Zone 25	SOL	jardin	non	non	Pas de cuve Origine des sols inconnue	Sables fins à moyens bruns à gris avec blocs béton et cailloutis calcaires	**S9Z25TM1 jardin enherbé**	0,3	S9Z25TM1 (0-0,05)	20/10/2017	Surface	S9Z25 TM.1	1892212,26	3117508,02	Analyse des sols de surface au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropiques.
							Sables moyens beiges avec cailloux			S9Z25TM1 (0,05-0,3)	20/10/2017	Profondeur	S9Z25 TM.1	1892212,26	3117508,02	

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
COMPLEMENTS D'INVESTIGATIONS - 2018																
Secteur 3	Zone 12	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 13	*NON PRELEVE - Pas de jardin*														
	Zone 14	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 15	*NON PRELEVE - Pas propriétaire - pas d'autorisation*														
	Zone 16	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 18	*NON PRELEVE - ABSENCE le 04/09/2018 et pas de jardin par l'entrée 2*														
	Zone 19	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 22	*NON PRELEVE - Pas de jardin*														
	Zone 23	*NON PRELEVE - Pas de sol à nu*														
	Zone 24	*NON PRELEVE - Pas de sol à nu*														
	Zone 25	*NON PRELEVE - Pas de sol à nu dans la cour intérieure*														
	Zone 26	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 27	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 20	SOL	Rosiers, lauriers décoratif, bleuets et plantes grasses	non	non	Sol à nu en bas de terrasse donnant sur le crassier Zone à nue avec galets en surface légèrement enherbée Présence de rares **mâchefers** émoussés parmi les galets	Sables fins marron	**S3Z20 TM1 0-0,05**	0-0,05	S3Z20 TM1 0-0,05	03/09/2018	Surface	S3Z20 TM1 0-0,05	1891275.7756	3117527.2520	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols présentant des mâchefers (remblais d'origine et de qualité non connue).
							Sables fins légèrement limoneux en profondeur marron avec petites racines	**S3Z20 TM1 0,05-0,25**	0,05-0,25	S3Z20 TM1 0,05-0,25	03/09/2018	Profondeur	S3Z20 TM1 0,05-0,25	1891275.7756	3117527.2520	
	Zone 21	SOL	oui	non	non	Zone recouverte de galets avec **petits mâchefers et fragments de briques**	Sables fins bruns gris avec quelques **machefers** en surface	**S3Z21 TM1 0-0,05**	0-0,05	S3Z21 TM1 0-0,05	03/09/2018	Surface	S3Z21 TM1 0-0,05	1891232.7994	3117530.1434	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols présentant des mâchefers et débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue).
							Sables fins marron bruns avec cailloux calcaires	**S3Z21 TM1 0,05-0,25**	0,05-0,25	S3Z21 TM1 0,05-0,25	03/09/2018	Profondeur	S3Z21 TM1 0,05-0,25	1891232.7994	3117530.1434	
							Sables fins bruns parfois limoneux avec **morceaux de briques** et nombreux cailloutis	**S3Z21 TM2 0-0,05**	0-0,05	S3Z21 TM2 0-0,05	03/09/2018	Surface	S3Z21 TM2 0-0,05	1891260.7931	3117531.0633	
							Limons légèrement argileux marron à ocres avec **briques** et racines	**S3Z21 TM2 0,05-0,25**	0,05-0,25	S3Z21 TM2 0,05-0,25	03/09/2018	Profondeur	S3Z21 TM2 0,05-0,25	1891260.7931	3117531.0633	
	Zone 17	SOL	oui	non	non	Cailloux et cailloutis calcaires en surface avec **briques et fragments de mâchefers et fragments de charbon**	Sables fins bruns à beiges avec petits cailloutis et **qqes briques et tuilles. Fragments de mâchefers**	**S3Z17 TM1 0-0,05**	0-0,05	S3Z17 TM1 0-0,05	03/09/2018	Surface	S3Z17 TM1 0-0,05	1891310.5333	3117505.7164	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols présentant des mâchefers et débris de démolition + charbon (remblais d'origine et de qualité non connue).
							Sables fins bruns à beiges légèrement limoneux avec petits cailloutis et **qqes briques et tuilles**	**S3Z17 TM1 0,05-0,25**	0,05-0,25	S3Z17 TM1 0,05-0,25	03/09/2018	Profondeur	S3Z17 TM1 0,05-0,25	1891310.5333	3117505.7164	
	Zone 28	SOL	oui	Oui tomates courgettes vignes	vignes	Présent depuis 2 ans dans ce terrain **Ajout de charbon et de cendres de BBQ en surface (++ aux pieds des vignes)** **Présence de qqes fragments de charbon et rares briques et tuilles**	Sables fins bruns avec rares cailloutis et racines et **débris**	**S3Z28 TM1 0-0,05**	0-0,05	S3Z28 TM1 0-0,05	04/09/2018	Surface	S3Z28 TM1 0-0,05	1891222.2300	3117341.1625	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols présentant des débris de démolition + charbon + cendres de barbecue (remblais d'origine et de qualité non connue / nota : pratiques environnementales).
							Sables très fins bruns à marron avec cailloutis et 1 **fragment de brique**	**S3Z28 TM1 0,05-0,5**	0,05-0,5	S3Z28 TM1 0,05-0,5	04/09/2018	Profondeur	S3Z28 TM1 0,05-0,5	1891222.2300	3117341.1625	
							Sables fins avec cailloux plus grossiers calcaires et **débris de verre**	**S3Z28 TM1 0,5-0,7**	0,5-0,7	S3Z28 TM1 0,5-0,7	04/09/2018	Profondeur	S3Z28 TM1 0,5-0,7	1891222.2300	3117341.1625	
			oui	Oui tomates fraises vignes basilic menthe ciboulette persil	vignes		Sables fins bruns avec racines et cailloutis avec **1 fragment de carrelage et feuilles et charbon** au pieds de la vigne	**S3Z28 TM2 0-0,05**	0-0,05	S3Z28 TM2 0-0,05	04/09/2018	Surface	S3Z28 TM2 0-0,05	1891222.6407	3117351.2248	
							Sables fins bruns marron légèrement limoneux avec rares cailloutis	**S3Z28 TM2 0,05-0,4**	0,05-0,4	S3Z28 TM2 0,05-0,4	04/09/2018	Profondeur	S3Z28 TM2 0,05-0,4	1891222.6407	3117351.2248	
	Zone 29	SOL	oui	menthe	non	Zone faiblement végétalisée, **qqes briques en surface + rares mâchefers et fragments de charbon** "Toujours connu comme ça"	Sables fins gris avec cailloutis calcaires et **rares fragments de briques** et quelques racines	**S3Z29 TM1 0-0,05**	0-0,05	S3Z29 TM1 0-0,05	04/09/2018	Surface	S3Z29 TM1 0-0,05	1891333.9844	3117441.1450	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols présentant des mâchefers et débris de démolition + charbon (remblais d'origine et de qualité non connue).
							Sables fins bruns grisatres avec cailloutis calcaires et racines	**S3Z29 TM1 0,05-0,25**	0,05-0,25	S3Z29 TM1 0,05-0,25	04/09/2018	Profondeur	S3Z29 TM1 0,05-0,25	1891333.9844	3117441.1450	
Secteur 1	Zone 10	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 11	*NON PRELEVE - Pas de sol à nu*														
	Zone 12	*NON PRELEVE - Pas de sol à nu*														
	Zone 13	SOL	oui	non	non	Jardinière de 3m*0,5m Sol de pleine terre jardinière avec pots dessus, pas de végétaux, quelques racines et **des fragments de briques**	Terreau en surface Sables fins bruns à gris avec quelques **morceaux de briques**	**S1Z13 TM1 0,01-0,07**	0,01-0,07	S1Z13 TM1 0,01-0,07	04/09/2018	Surface	S1Z13 TM1 0,01-0,07	1891474.2681	3117599.1717	Analyse des sols de surface au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols présentant des débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue).
	Zone 14	SOL	Oui	non	non	Terrain vague en forte pente **Avec remblais de démolition, tuilles, béton, ciment, tuyeau, cables et plastiques.**	Sables moyens à fins avec rares **débris béton et briques et qqes déchets verre**	**S1Z14 TM1 0-0,05**	0-0,05	S1Z14 TM1 0-0,05	04/09/2018	Surface	S1Z14 TM1 0-0,05	1891507.3813	3117577.6097	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol nu (jardin). Sols présentant des débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue).
								S1Z14 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S1Z14 TM1 0,05-0,25	04/09/2018	Profondeur	S1Z14 TM1 0,05-0,25	1891507.3813	3117577.6097	
	Zone 15	SOL	non	non	non	Pied de falaise gréseuse avec **matériaux de démolition (briques, verres, tuilles, bois, béton, polystyrène, métal rouillé..)**	Sables moyens marron beiges avec blocs indurées de grès destructurés Rares cailloux calcaires	**S1Z15 TM1 0-0,05**	0-0,05	S1Z15 TM1 0-0,05	04/09/2018		S1Z15 TM1 0-0,05	1891426.7803	3117593.5245	Zone d'espace en pied de falaise non retenue pour analyse en raison de la quantité de données disponibles spatialement sur le secteur. Information complémentaire dans ce terrain vague jugée non prioritaire à ce stade dans le cadre de l'IEM
	Zone 16	*NON PRELEVE - ABSENCE le 04/09/2018 - A priori pas de sol à nu*														
	Zone 17	*NON PRELEVE -Pas de sol à nu*														
	Zone 19	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 20	*NON PRELEVE - GYMNASE - Adresser une demande à la ville de Marseille*														
	Zone 22	*NON PRELEVE - Non accessible (terrain LM rétrocédé à la mairie - ancienne école)*														
	Zone 21	SOL	oui	aromates, tomates, vignes vierge, courgettes	non	"Entre mer et coline" centre culturel Potager depuis 1 an **Tuilles et briques en surface** et copaux de bois, apport de fumier en surface Présence de **traitement bleu en surface sur les plants de tomates (bouillie bordelaise ? Cu ?)**	Limons légèrement sableux bruns à cailloutis calcaires et **morceaux de briques et verre**	**S1Z21 TM1 0-0,05**	0-0,05	S1Z21 TM1 0-0,05	04/09/2018	Surface	S1Z21 TM1 0-0,05	1891695.2587	3117550.9934	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau du potager du centre culturel (TM1 et TM2) ainsi que dans un espace vert (TM3). Sols présentant des débris de démolition et déchets plastiques (remblais d'origine et de qualité non connue / nota : pratiques environnementales).
							Limons légèrement sableux bruns à cailloutis calcaires avec **blocs de ciment décimétriques - démolition**	**S1Z21 TM1 0,05-0,25**	0,05-0,25	S1Z21 TM1 0,05-0,25	04/09/2018	Profondeur	S1Z21 TM1 0,05-0,25	1891695.2587	3117550.9934	
							Présence de fragments de verre, de cailloutis calcaires et de copeaux de bois en surface Limons sableux bruns avec cailloutis calcaires et **fragments de verre et tuilles ou briques**	**S1Z21 TM2 0-0,05**	0-0,05	S1Z21 TM2 0-0,05	04/09/2018	Surface	S1Z21 TM2 0-0,05	1891680.8019	3117538.6394	
							Limons sableux bruns avec cailloutis calcaires et **blocs de mortier et déchets plastiques - démolition**	**S1Z21 TM2 0,05-0,21**	0,05-0,21	S1Z21 TM2 0,05-0,21	04/09/2018	Profondeur	S1Z21 TM2 0,05-0,21	1891680.8019	3117538.6394	
								S1Z21 TM2 0,21-0,26	0,21-0,26	S1Z21 TM2 0,21-0,26	04/09/2018	Profondeur	S1Z21 TM2 0,21-0,26	1891680.8019	3117538.6394	
				non			Sables très fins gris à rares **machefers (2) et quelques briques** et déchets végétaux	**S1Z21 TM3 0-0,05**	0-0,05	S1Z21 TM3 0-0,05	04/09/2018	Surface	S1Z21 TM3 0-0,05	1891635.6386	3117525.8192	
								S1Z21 TM3 0,05-0,2	0,05-0,2	S1Z21 TM3 0,05-0,2	04/09/2018	Profondeur	S1Z21 TM3 0,05-0,2	1891635.6386	3117525.8192	
	Zone 18	SOL	jardinière 10m*2,5m jardinière en L 3m*3m	non	non	Centre aéré Terres en place depuis plus de 30 ans EV jardinières - arbuste le long du mur Sols à nu avec cailloutis calcaires en surface	Sables légèrement limoneux bruns marron plus compacts et plus clairs sur les bords de la jardinière présence de coloides limoneux	**S1Z18 TM1 0-0,05**	0-0,05	S1Z18 TM1 0-0,05	05/09/2018	Surface	S1Z18 TM1 0-0,05	1891502.0553	3117529.7372	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau des jardinières du centre aéré. Sols ne présentant d'indices de matériaux anthropiques
							Limons légèrement sableux bruns avec cailloutis calcaires	**S1Z18 TM1 0,05-0,25**	0,05-0,25	S1Z18 TM1 0,05-0,25	05/09/2018	Profondeur	S1Z18 TM1 0,05-0,25	1891502.0553	3117529.7372	
							Sables limoneux fins bruns clairs à gris avec cailloutis calcaires avec coloides limoneux	**S1Z18TM2 0-0,05**	0-0,05	S1Z18TM2 0-0,05	05/09/2018	Surface	S1Z18TM2 0-0,05	1891508.7569	3117536.0073	
							Limons légèrement sableux bruns avec cailloutis calcaires et 1 **fragment de brique**	**S1Z18TM2 0,05-0,2**	0,05-0,2	S1Z18TM2 0,05-0,2	05/09/2018	Profondeur	S1Z18TM2 0,05-0,2	1891508.7569	3117536.0073	
Secteur 6	Zone 109	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 110	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 67	*NON PRELEVE - Non pertinent, apport de terre régulier et peu de sol à nu (jardinières)*														
	Zone 112	*NON PRELEVE – ABSENCES LORS DES PASSAGES REALISES ENTRE LE 12/09/2017 et le 27/10/2018 ET ENTRE LE 3/09/2018 et le 13/09/2018*														
	Zone 113	*NON PRELEVE - Pas le temps, repasser plus tard - le 28/11/2018*														
	Zone 16	SOL	oui	Oui Tomates	non	Aucun apport sur la zone de prélèvement - Zone de sol enherbé sans déchets Apport de composte sur le potager - Aucun mvt de terre	Sables fins avec agglomérats et 1 cailloux calcaire 1 **fragment de brique et 1 gros fragment de tuille**	**S6Z16 TM1 0-0,05**	0-0,05	S6Z16 TM1 0-0,05	05/09/2018	Surface	S6Z16 TM1 0-0,05	1892072.1807	3116942.5139	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol avec plant de tomate. Sols présentant des débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue).
								S6Z16 TM1 0,05-0,16	0,05-0,16	S6Z16 TM1 0,05-0,16	05/09/2018	Profondeur	S6Z16 TM1 0,05-0,16	1892072.1807	3116942.5139	
	Zone 12	SOL	oui	Oui courges courgettes framboises	non	Zone de potager avec apport de terre d'un pépiniériste	Sables fins avec agglomérats et **copeaux de charbon** en surface avec cailloutis calcaires + **1 ou 2 fragments de briques et 1 fragment de carrelage** et racines	**S6Z12 TM1 0-0,05**	0-0,05	S6Z12 TM1 0-0,05	05/09/2018	Surface	S6Z12 TM1 0-0,05	1892066.7448	3116969.0782	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol avec plant de tomate. Sols présentant des débris de démolition (remblais d'origine et de qualité non connue).
							Sables limoneux bruns	**S6Z12 TM1 0,05-0,3**	0,05-0,3	S6Z12 TM1 0,05-0,3	05/09/2018	Profondeur	S6Z12 TM1 0,05-0,3	1892066.7448	3116969.0782	
						Zone EV avec à priori terres d'origine	Sables fins légèrement limoneux bruns avec racines et cailloux calcaires avec débris végétaux	**S6Z12 TM2 0-0,05**	0-0,05	S6Z12 TM2 0-0,05	05/09/2018	Surface	S6Z12 TM2 0-0,05	1892098.3691	3116968.2568	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un espace de sol avec plant de tomate. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
							Sables limoneux avec blocs calcaires en profondeur	**S6Z12 TM2 0,05-0,22**	0,05-0,22	S6Z12 TM2 0,05-0,22	05/09/2018	Profondeur	S6Z12 TM2 0,05-0,22	1892098.3691	3116968.2568	
	Zone 111	SOL	oui	non	non	Les sols ont toujours été comme ça Jardin sol à nu avec pelouse Pas de cuve, pas de pratique phytosanitaire et pas d'épandage de charbon	Végétation rare et mousses en surface Sables légèrement limoneux avec nombreuses racines marron à marron foncés avec cailloutis calcaires	**S6Z111 TM1 0-0,05**	0-0,05	S6Z111 TM1 0-0,05	28/11/2018	Surface	S6Z111 TM1 0-0,05	1891919.2902	3117115.4216	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau d'un jardin privé dans 3 endroits différents. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
							Sables légèrement limoneux maoyens à fins marron à marron clairs avec cailloux et cailloutis calcaires	**S6Z111 TM1 0,05-0,3**	0,05-0,3	S6Z111 TM1 0,05-0,3	28/11/2018	Profondeur	S6Z111 TM1 0,05-0,3	1891919.2902	3117115.4216	
							Coloration hétérogène beige et noire par lentilles Plus clair en profondeur (0,3-0,4) et rares lentilles argileuses et boulettes roses	**S6Z111 TM1 0,3-0,4**	0,3-0,4	S6Z111 TM1 0,3-0,4	28/11/2018	Profondeur	S6Z111 TM1 0,3-0,4	1891919.2902	3117115.4216	
							Végétation normale avec herbes et rares mousses avec feuilles mortes en surface Sables légèrement limoneux moyens à fins marron ocres à bruns (MO) avec rares racines et cailloutis calcaires	**S6Z111 TM2 0-0,05**	0-0,05	S6Z111 TM2 0-0,05	28/11/2018	Surface	S6Z111 TM2 0-0,05	1891937.9400	3117137.1797	
							Sables légèrement limoneux moyens à fins marron à beiges avec cailloux calcaires	**S6Z111 TM2 0,05-0,25**	0,05 - 0,25	S6Z111 TM2 0,05-0,25	28/11/2018	Profondeur	S6Z111 TM2 0,05-0,25	1891937.9400	3117137.1797	
							Herbes denses et quelques mousses en surface Sables légèrement limoneux très fins bruns (MO++) avec une zone noire et géotextile et une zone beige de sables plus grossiers avec rares racines et rares cailloutis calcaires	**S6Z111 TM3 0-0,05**	0-0,05	S6Z111 TM3 0-0,05	28/11/2018	Surface	S6Z111 TM3 0-0,05	1891954.1358	3117121.8018	
							Sables limoneux moyens avec nombreux cailloutis calcaires plus clairs avec zones foncées et plus de cailloutis en profondeur	**S6Z111 TM3 0,05-0,25**	0,05 - 0,25	S6Z111 TM3 0,05-0,25	28/11/2018	Profondeur	S6Z111 TM3 0,05-0,25	1891954.1358	3117121.8018	
	Zone 114	SOL	oui	non	non	Présence de **fragments de briques en surface pour TM1** Espaces verts en pelouse et arbres de résidence collective	Herbes et mousses en surface Sables fins limoneux marron à bruns avec escargots blancs avec nombreux **fragments de tomettes et briques creuses avec rares pépites noires vitrifiées (3u sur 5u) avec fragments de ciments et verre**	**S6Z114 TM1 0-0,05**	0-0,05	S6Z114 TM1 0-0,05	28/11/2018	Surface	S6Z114 TM1 0-0,05	1891802.4583	3117286.4102	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau de l'espace vert d'une résidence collective. Sols présentant des matériaux anthropiques : nombreux fragments de tomettes et briques creuses avec rares pépites noires vitrifiées (3u sur 5u) avec fragments de ciments et verre
								S6Z114 TM1 0,05-0,2	0,05 - 0,2	S6Z114 TM1 0,05-0,2	28/11/2018	Profondeur	S6Z114 TM1 0,05-0,2	1891802.4583	3117286.4102	
							Mousses, MO et végétation d'arbustes dense en surface Sables fins bruns foncés	**S6Z114 TM2 0-0,05**	0-0,05	S6Z114 TM2 0-0,05	28/11/2018	Surface	S6Z114 TM2 0-0,05	1891837.8356	3117245.7160	Analyse des sols de surface et en profondeur au niveau de l'espace vert d'une résidence collective. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
							Sables fins marron	**S6Z114 TM2 0,05-0,25**	0,05 - 0,25	S6Z114 TM2 0,05-0,25	28/11/2018	Profondeur	S6Z114 TM2 0,05-0,25	1891837.8356	3117245.7160	
							Sables très fins marron plus clair avec la profondeur	**S6Z114 TM2 0,25-0,5**	0,25-0,5	S6Z114 TM2 0,25-0,5	28/11/2018	Profondeur	S6Z114 TM2 0,25-0,5	1891837.8356	3117245.7160	

Secteur	Zone	Matrice	Usage			SPP / Usage/Origine sol	Remarque de terrain / commentaires	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Date de prélèvement	Surface / Profondeur	nom plvt	X	Y	Précisions au sujet de la sélection des échantillons soumis à l'analyse
			espaces verts d'ornement	potager	Arbres fruitier			Nom	Profondeur (m)							
Zsc	**Zsc1**	SOL	non	non	non	Prélèvement sur le chamin, impossibilité de décaller à l'est car vallon à pic Zone sentier longeant le vallon vu sur Secteur 6	Sables limoneux bruns à marron avec aggrégats et cailloutis calcaires et nombreux débris végétaux secs	**Zsc1**	0-0,05	Zsc1	11/09/2018	Surface	Zsc1	1891837,76	3116866,08	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc2	SOL	non	non	non	Sur site à 10 m au sud et 25 m à l'est du grillage gris Zone de garigue avec arbustes piquants et blocs calcaires au sol proche pinède	Sables limoneux bruns à gris sombre avec cailloux calcaires et racines	**Zsc2**	0-0,05	Zsc2	11/09/2018	Surface	Zsc2	1891817,23	3116935,84	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc3	SOL	non	non	non	Zone de sol à nu au niveau des ouvertures des carneaux Briques au sol et cartouches de chasse	Sables très fins beiges à **débris de briques** et cailloux calcaires Rares pines de pins en surface	**Zsc3**	0-0,05	Zsc3	11/09/2018	Surface	Zsc3	1891782,57	3117025,21	Analyse des sols de surface. Sols présentant des matériaux anthropique (briques).
	Zsc4	SOL	non	non	non	Hors site sur chemin bâtis en pierre dans la pinède	Sables fins bruns avec matière organique et débris végétaux et cailloux calcaires	**Zsc4**	0-0,05	Zsc4	11/09/2018	Surface	Zsc4	1891833,38	3117126,81	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc5	SOL	non	non	non	Talus à proximité du chemin bâtis sur les pierres	Sables limoneux bruns sombres à nombreux débris végétaux et racines avec cailloux calcaires	**Zsc5**	0-0,05	Zsc5	11/09/2018	Surface	Zsc5	1891773,87	3117175,78	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc6	SOL	non	non	non	Chemin sur site avec cheminée à l'ouest, grillage gris à l'est et canal de M au nord	Sables fins à rares cailloux calcaires et débris végétaux en surface	**Zsc6**	0-0,05	Zsc6	11/09/2018	Surface	Zsc6	1891645,22	3117263,79	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc7	SOL	non	non	non	Zone surélevée par rapport au chemin de randonnée Présence de romarin et thym **Fragments de briques**	Sables légèrement limoneux (aggrégats) marron à bruns avec cailloux et cailloutis calcaires et débris végétaux secs. **Fragments de brique**	**Zsc7**	0-0,05	Zsc7	11/09/2018	Surface	Zsc7	1891294,95	3117007,49	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc8	SOL	non	non	non	Zone proche chemin sur pierrier 20 m au dessus des deux citernes d'eau	Sables marron à bruns avec cailloux calcaires et débris végétaux	**Zsc8**	0-0,05	Zsc8	11/09/2018	Surface	Zsc8	1891464,60	3116906,97	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc9	SOL	non	non	non	Zone surélevée par rapport à l'Escalette vu sur site Escalette	Sables légèrement limoneux compacts avec cailloux calciares et racines (romarin) et débris végétaux	**Zsc9**	0-0,05	Zsc9	11/09/2018	Surface	Zsc9	1891023,42	3116839,36	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc10	SOL	non	non	non	Sur site Escalette proche chemin du haut dans la pinède Cheminée Escalette non visible	Sables avec matière organiques peu de matrice sur affleurement calcaire	**Zsc10**	0-0,05	Zsc10	11/09/2018	Surface	Zsc10	1891228,24	3116577,24	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc11	SOL	non	non	non	Sommet de coline vu sur le chaminée Escalette	Sables fins marron à nombreux cailloutis calcaires et débris végétaux	**Zsc11**	0-0,05	Zsc11	11/09/2018	Surface	Zsc11	1891373,62	3116649,19	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Zsc12	SOL	non	non	non	Sur chemin montant à "la maison de maître Escalette"	Sables fins marron clair avec très nombreux cailloutis et cailloux calcaires	**Zsc12**	0-0,05	Zsc12	11/09/2018	Surface	Zsc12	1890920,48	3116604,69	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
Zone chasse	**Chasse1bis**	SOL	non	non	non	Zone proche chemin noir, le long du grillage gris	Sables légèrement limoneux avec aggrégats bruns à noir avec rares cailloutis calcaires et nombreux débris végétaux	**Chasse1bis**	0-0,05	Chasse1bis	13/09/2018	Surface	Chasse1bis	1891622,96	3116976,63	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	Chasse5bis	SOL	non	non	non	Zone de chasse dans la pinède	Sables beiges à nombreux cailloux calcaires avec nombreux débris végétaux en surface	**Chasse5bis**	0-0,05	Chasse5bis	13/09/2018	Surface	Chasse5bis	1891420,68	3117067,10	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
Transectes	**TR5bis**	SOL	non	non	non	Pierrier dans massif calcaire masqué de la cheminée LM avec falaise	Sables bruns marron avec rares agglomérats limoneux et cailloutis calcaires avec débris végétaux	**TR5bis**	0-0,05	TR5bis	13/09/2018	Surface	TR5bis	1891813,73	3116788,37	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
Escalette	**Mortier cheminée Escalette**	ENCROUTEMENT	non	non	non	Prélèvement sur paroi intérieure de la cheminée Escalette (en brique) pas de bourgeonement	Mortier de sables grossier teinté gris à noir	**Mortier cheminée Escalette**	-	Mortier cheminée Escalette	11/09/2018		Mortier cheminée Escalette	1891270,77	3116764,17	Prélèvement de mortier
BDF NU	**BdFNU 1**	SOL	non	non	non	Parc Pastré dans la pinède	Sables légèrement limoneux avec rares aggrégats marron à bruns avec cailloux et cailloutis calcaires et débris végétaux	**BdFNU 1**	0-0,05	BdFNU 1	13/09/2018	Surface	BdFNU 1	1892977,28	3117354,72	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	BdFNU 2	SOL	non	non	non	Parc Pastré proche chemin de sables	Sables moyens bruns à beiges gris avec rares racines	**BdFNU 2**	0-0,05	BdFNU 2	13/09/2018	Surface	BdFNU 2	1892769,55	3117450,99	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	BdFNU 3	SOL	non	non	non	Parc Pastré proche bâtis	Sables marron à bruns gris et rares racines	**BdFNU 3**	0-0,05	BdFNU 3	13/09/2018	Surface	BdFNU 3	1892760,52	3117601,00	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
BF GN	**BFGN 1**	SOL	non	non	non	Massif des calanques - Pierrier et chemin en forte pente	Limons très fins marron à beiges gris avec cailloux et cailloutis calcaires	**BFGN 1**	0-0,05	BFGN 1	13/09/2018	Surface	BFGN 1	1894125,87	3116350,39	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	BFGN 2	SOL	non	non	non	Massif des calanques - Plateau calcaire	Sables rares marron à bruns avec nombreux cailloux et blocs calcaires	**BFGN 2**	0-0,05	BFGN 2	13/09/2018	Surface	BFGN 2	1894009,51	3116088,27	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	BFGN 3	SOL	non	non	non	Massif des calanques - Plateau calcaire	Limons très fins bruns à cailloux et cailloutis calcaires	**BFGN 3**	0-0,05	BFGN 3	13/09/2018	Surface	BFGN 3	1893645,83	3116513,10	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	BFGN 4	SOL	non	non	non	Massif des calanques - Chemin de randonnée	Limons argileux beiges sombres à gris avec rares cailloutis et cailloux calcaires et racines	**BFGN 4**	0-0,05	BFGN 4	13/09/2018	Surface	BFGN 4	1893269,00	3116494,21	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	BFGN 5	SOL	non	non	non	Massif des calanques - Falaise sur plateau calcaires	Limons légèrement argileux noirs à bruns avec très nombreux cailloux calcaires	**BFGN 5**	0-0,05	BFGN 5	13/09/2018	Surface	BFGN 5	1893775,78	3116066,95	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.
	BFGN 6	SOL	non	non	non	Massif des calanques - Pierrier et chemin en forte pente	Limons très fins marron à beiges gris avec cailloux et cailloutis calcaires	**BFGN 6**	0-0,05	BFGN 6	13/09/2018	Surface	BFGN 6	1894202,66	3116600,80	Analyse des sols de surface. Sols ne présentant pas d'indice de matériaux anthropique.

A6.2	**Plan d'implantation des prélèvements réalisés**

ERG ENVIRONNEMENT
59 avenue André Roussin
13016 - MARSEILLE
☎ 04 95 06 90 66 ▦ 04 91 03 65 58
✉ environnement@erg-sa.fr

ANCIENNE USINE LEGRE-MANTE MARSEILLE (13)

PLAN D'IMPLANTATION DES PRELEVEMENTS HORS SITE

Fond de plan: **GÉSUD** Géomètres-Experts Et Bureau d'études LE 31/08/2017 REF 13469

Client: Ginkgo

Dossier ERG n° : 17 LES 038 A a

Dressé le :27/04/2018
Par : MBu/EP

Echelle : 1/2500 Echelle graphique :

0 20 40 60 80 100

A6.3	**Tableaux des résultats d'analyse des sols**

IEM LEGRE MANTE
Synthèse des résulatts en 8ETM sur les sols hors site

Secteur	Zone	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Résultats d'analyses - 8ML								
		Nom	Profondeur (m)		Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
Prox cheminée verticale	TM1	TM1	0,05	TM1 (0-0,05)	58,5	1070	59,8	35,4	42,9	27,9	24300	2290	1,7
	TM2	TM2	0,05	TM2 (0-0,05)	65,4	142	6,11	34,7	24,6	26,7	2370	216	0,14
	TM3	TM3	0,05	TM3 (0-0,05)	87,9	507	12,4	12,4	63,4	13,9	11700	809	0,23
Zone chasse	chasse 1	chasse 1	0,05	chasse 1 (0-0,05) (2 pots verre)	56	121	2,37	34,8	28,8	28,4	1500	261	0,1
	chasse 2	chasse 2	0,05	chasse 2 (0-0,05) (2 pots verre)	10,1	58,6	2,39	31,2	32,8	31,1	771	222	0,11
	chasse 3	chasse 3	0,05	chasse 3 (0-0,05) (2 pots verre)	53,2	43,1	2,16	31,2	25,2	26,2	602	150	0,1
	chasse 4	chasse 4	0,05	chasse 4 (0-0,05) (2 pots verre)	17,7	58,8	1,04	27	31,8	22,2	635	184	0,1
	chasse 5	chasse 5	0,05	chasse 5 (0-0,05) (2 pots verre)	9,11	46,9	1,78	21,4	26,6	20,7	504	194	0,22
	chasse 6	chasse 6	0,05	chasse 6 (0-0,05) (2 pots verre)	41,9	9,94	0,41	11	17	14,2	105	126	0,1
Transects calanques	TR1	TR1	0,03	TR1	2,6	48,4	1,68	40,6	25,1	26,4	450	178	0,1
	TR2	TR2	0,04	TR2	15,1	56,3	2,28	36,1	20,7	23,2	663	135	0,1
	TR3	TR3	0,04	TR3	3,69	114	2,12	14,6	42,3	17,1	1580	237	0,1
	TR4	TR4	0,07	TR4	62	128	3,75	33,1	25,4	27,9	1470	205	0,18
	TR5	TR5	0,05	TR5	100	141	4,13	20,1	35,6	18,8	1950	239	0,11
	TR6	TR6	0,05	TR6	6,17	104	6,3	27	41,7	25,6	2920	422	0,46
	TR7	TR7	0,05	TR7	71,7	182	3,95	27,7	34,6	28,6	2390	315	0,17
	TR8	TR8	0,07	TR8	13,6	38,4	2,34	15,8	36,8	21,4	743	198	0,38
	TR9	TR9	0,07	TR9	17,5	53,7	2	27,1	20,7	24,7	621	105	0,1
	TR10	TR10	0,05	TR10	20,4	67,8	2,35	12,1	27,5	13,5	986	148	0,1
	TR11	TR11	0,04	TR11	54,2	130	4,86	27,8	31,4	22,8	2210	358	0,1
	TR12	TR12	0,05	TR12	6,29	98,5	6	21,7	29,6	20,1	2630	436	0,31
	TR13	TR13	0,05	TR13	9,19	52	1,53	23,2	18,5	19,9	567	157	0,11
	TR14	TR14	0,04	TR14	38,8	35,1	0,83	12,3	11,2	9,5	355	93,7	0,1
	TR15	TR15	0,05	TR15	39,1	8,93	0,4	14,6	5	12,2	21,4	31,3	0,1
	TR16	TR16	0,04	TR16	73	70,8	1,25	20,5	14,4	20,6	542	184	0,1
SECTEUR 1	Zone 3	S1Z3TM1 (potager)	0,3	S1Z3TM1 (0-0,05) (3 pots verre)	9,73	7,22	0,4	13,7	21	20,2	18,2	50,4	0,1
				S1Z3TM1 (0,05-0,3) (3 pots verre)	54,1	7,22	0,4	14,4	19,3	18,5	22,8	50,3	0,1
		S1Z3TM2 (arbre fruitier)	0,35	S1Z3TM2 (0-0,05) (3 pots verre)	48,7	7	0,4	12,5	26,1	19,2	18,2	47,5	0,1
				S1Z3TM2 (0,05-0,35) (3 pots verre)	60,1	7,06	0,4	11,6	24,2	16,4	22,9	48,7	0,1
	Zone 5	S1Z5TM1 (hors bassin)	0,3	S1Z5TM1 (0-0,05)	11,1	5,99	0,41	8,51	27,1	8,97	55,6	97,6	0,28
				S1Z5TM1 (0,05-0,3)	37,5	7,45	0,41	10,8	26,3	10,4	62,9	193	0,27
		S1Z5TM2 (bassin)	0,35	S1Z5TM2 (0-0,05)	48,2	6,02	0,4	12	25,6	11	34,5	68,2	0,1
				S1Z5TM2 (0,05-0,35)	76,1	6,9	0,42	11	13,2	11,4	24,9	49,5	0,1
	Zone 9	S1Z9TM1	0,25	S1Z9TM1 (0-0,05)	22,2	4,11	0,43	11	21,7	8,67	36,5	140	0,76
				S1Z9TM1 (0,05-0,25)	33,4	5,1	0,58	14,2	24,4	9,66	65,8	202	13,3
SECTEUR 2	Zone 2	S2Z2TM1 (espaces verts)	0,2	S2Z2TM1 (0-0,05)	15	6,87	0,55	17,2	30,6	9,91	130	353	0,33
				S2Z2TM1 (0,05-0,2)	33,9	9,44	0,72	19,7	56,8	13,2	195	446	0,73
	Zone 3	S2Z3TM1 (Espaces verts)	0,25	S2Z3TM1 (0-0,05)	23,3	7,58	0,74	25	42,9	13,3	170	215	0,11
				S2Z3TM1 (0,05-0,25)	29	8,04	0,77	28,9	41,5	14	122	237	0,16
	Zone 6	S2Z6TM1 (vigne)	0,05	S2Z6TM1 (0-0,05)	30,6	7,05	1,08	23,2	93	18,3	217	687	0,34
		S2Z6TM2 (haie cyprés)	0,05	S2Z6TM2 (0-0,05)	26,2	12,4	1,19	30,6	83,5	18,3	223	501	0,48
	Zone 8	S2Z8TM1	0,05	S2Z8TM1 (0-0,05)	24,4	8,6	0,4	20,9	35,6	19,2	40,7	120	0,23
SECTEUR 3	Zone 1	S3Z1TM1 (espaces verts accessibles)	0,45	S3Z1TM1 (0-0,05)	36,8	12,1	0,4	22,6	53,3	19,7	136	225	0,35
				S3Z1TM1 (0,05-0,25)	46,4	12,2	0,5	25,2	46,7	22	111	167	0,35
				S3Z1TM1 (0,25-0,45)	29,3	12	0,53	23,7	43,1	21,2	99	142	0,36
	Zone 2	S3Z2TM2 (espace végétalisé)	0,3	S3Z2TM2 (0-0,05)	20,1	22,3	0,98	13,9	83	10,7	398	500	0,5
				S3Z2TM2 (0,05-0,3)	28,9	47,8	0,98	13,4	139	11,7	817	553	0,99
	Zone 8	S3Z8TM1	0,65	S3Z8TM1 (0-0,05)	17,4	30,6	1,48	28,1	103	19,7	908	1360	0,56
				S3Z8TM1 (0,05-0,5)	27,2	36,3	1,08	26,3	101	20,9	818	782	0,8
				S3Z8TM1 (0,5-0,65)	10,7	26,7	0,41	20,9	51,2	17,7	411	314	0,41
		S3Z8TM2	0,75	S3Z8TM2 (0-0,05)	13,7	25,4	1,47	44,8	131	21,8	557	671	0,8
				S3Z8TM2 (0,05-0,5)	5,91	24,4	0,83	27,6	97,9	17,5	503	495	0,69
				S3Z8TM2 (0,5-0,75)	23,7	31,1	0,76	22,4	83,1	17,2	471	259	0,61

IEM LEGRE MANTE
Synthèse des résulatts en 8ETM sur les sols hors site

Secteur	Zone	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Résultats d'analyses - 8ML								
		Nom	Profondeur (m)		Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
SECTEUR 4	Zone 9	S4Z9TM1	0,45	S4Z9TM1 (0-0,05)	43,5	8,96	**0,74**	**30**	49,4	14,9	**174**	149	0,78
	Zone 12	S4Z12TM1	0,2	S4Z12TM1 (0-0,05)	21,4	6,7	**1,23**	9,78	38,9	10,9	121	**272**	0,1
	Zone 13	S4Z13TM1	0,1	S4Z13TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	41,3	10,2	0,42	14,6	39,3	15,6	27,3	52,7	0,21
	Zone 21	S4Z21TM1	0,2	S4Z21TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	56,3	9,73	**0,86**	**26,8**	**144**	21,2	**162**	**389**	0,32
	Zone 25	S4Z25TM1	0,2	S4Z25TM1 (0-0,05)	46,2	10,4	**1,3**	21,4	**88,5**	14,7	**171**	**624**	0,32
	Zone 43	S4Z43TM1	0,2	S4Z43TM1 (0-0,05)	28	11,3	**0,9**	15,6	**76,5**	13,4	**259**	**340**	1,09
	Zone 51	PA TMa	0,4	PA TMa (0-0,05)	29,1	4,13	0,4	8,85	8,69	10,5	14,1	35,2	0,1
				PA TMa (0,05-0,4)	33,9	5,14	0,4	10,3	10,8	11,8	20,4	32,3	0,1
		PA TMb	0,4	PA TMb (0-0,05)	7,43	3,92	0,4	8,78	9,47	17	14,7	110	0,1
				PA TMb (0,05-0,4)	32,6	4,03	0,4	8,9	7,84	12	10,7	70,6	0,1
SECTEUR 5	Zone 1	S5Z1TM1	0,15	S5Z1TM1 (0-0,05)	11,6	23	0,48	12,3	**66,1**	12,1	**467**	**1040**	0,91
	Zone 7	S5Z7TM1	0,15	S5Z7TM1 (0-0,05)	31,5	8,83	0,42	13,7	33,6	13,4	70	105	0,34
	Zone 11	S5Z11TM1	0,2	S5Z11TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	53,7	14,5	0,54	**31,9**	37	11,7	**554**	**394**	0,25
	Zone 21	S5Z21TM1	0,2	S5Z21TM1 (0-0,05)	26,4	**108**	**2,35**	16,8	**111**	11,7	**517**	**709**	0,46
	Zone 29	S5Z29TM1	0,4	S5Z29TM1 (0-0,05)	39,3	**65,7**	**1,54**	**27,4**	**118**	18,4	**456**	**620**	0,37
	Zone 31	S5Z31TM1	0,2	S5Z31TM1 (0-0,05)	44,2	14,3	0,4	18,1	35,8	16,6	**165**	164	0,37
	Zone 45	S5Z45TM1 3-4 m² espace vert	0,2	S5Z45TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	44,9	**706**	**6,22**	**28**	**97,6**	17,7	**3510**	**1420**	1,02
Secteur 6	Zone 3	S6Z3TM1	0,15	S6Z3TM1 (0-0,05)	42,3	**47,2**	**0,83**	18,3	58,2	13,5	**144**	166	0,16
	Zone 15	S6Z15TM1	0,1	S6Z15TM1 (0-0,05)	60,2	11,1	**0,77**	**28,5**	**135**	17,9	113	**264**	0,44
	Zone 26	S6Z26TM1	0,1	S6Z26TM1 (0-0,05)	69,7	22,6	0,5	14,4	7,64	12	**151**	70,9	0,1
	Zone 29	S6Z29TM1	0,15	S6Z29TM1 (0-0,05)	47	**42,9**	**1,29**	**35,5**	36	25,4	**396**	186	0,1
				S6Z29TM1 (0,05-0,15)	53,7	**56,4**	**1,21**	**31,6**	24,7	25,6	**445**	161	0,1
	Zone 34	S6Z34TM1	0,15	S6Z34TM1 (0-0,05)	24,3	16,4	0,61	8,45	16,6	6,82	**212**	66,5	0,1
		S6Z34TM2	0,2	S6Z34TM2 (0-0,05)	15,6	9,53	0,5	22	**60,6**	15,8	99	169	0,28
				S6Z34TM2 (0,05-0,2)	28,2	9,55	0,51	18,8	50,1	14,1	85,5	146	0,21
	Zone 38	S6Z38TM1	0,05	S6Z38TM1 (0-0,05)	33	7,9	0,4	18,9	42,9	16,5	71,8	**273**	0,33
	Zone 42	S6Z42TM1 espace vert	0,05	S6Z42TM1 (0-0,05)	21,8	7,71	0,44	16,4	37,4	12,6	70,1	168	0,18
	Zone 46	S6Z46TM1	0,05	S6Z46TM1 (0-0,05)	41,3	11	0,6	23,4	29,6	14,6	98,9	**304**	0,1
	Zone 47	S6Z47TM1 potagers	0,3	S6Z47TM1 (0-0,05)	23,5	23,9	**1,57**	**37,8**	**411**	23,3	**475**	**877**	0,27
				S6Z47TM1 (0,05-0,3)	29,3	**30,2**	**1,52**	**45,8**	**482**	27,6	**528**	**921**	0,48
	Zone 49	S6Z49TM1	0,05	S6Z49TM1 (0-0,05)	36,2	14,3	**0,95**	**28,1**	57,8	16,7	**160**	**372**	0,43
	Zone 58	S6Z58TM1	0,15	S6Z58TM1 (0-0,05)	2,19	6,03	**0,79**	17,7	**114**	13,7	108	**279**	0,11
	Zone 77	S6Z77TM1 espace vert	0,3	S6Z77TM1 (0-0,05)	24,5	**26**	0,54	**29,2**	37,2	20,8	**168**	165	0,22
				S6Z77TM1 (0,05-0,3)	43,3	**37,7**	**0,8**	**25,1**	29	21	**279**	172	0,22
	Zone 95	S6Z95TM1	0,3	S6Z95TM1 (0-0,05)	10,9	8,98	0,4	12,1	14	10,8	54	79,2	0,1
	Zone 96	S6Z96TM1	0,25	S6Z96TM1 (0-0,05)	35,8	6,95	0,4	14,8	26,3	13,7	25,2	78,1	0,1
	Zone 105	S6Z105TM1	0,25	S6Z105TM1 (0-0,05)	21,4	8,64	0,61	16,7	42,3	10,8	111	250	0,28
Secteur 7	Zone 5	S7Z5TM1	0,3	S7Z5TM1 (0-0,05)	12,8	8,39	0,4	18,8	46,7	12,2	**135**	212	0,39
				S7Z5TM1 (0,05-0,3)	19,5	9,8	0,57	20,1	**60,2**	13,8	126	212	0,5
	Zone 17	S7Z17TM1	0,25	S7Z17TM1 (0-0,05)	6,88	8,08	0,4	13,6	25,9	12,3	30,9	82,6	0,1
				S7Z17TM1 (0,05-0,25)	16,9	5,92	0,4	11,9	11,8	11,4	20,4	50,6	0,1
	Zone 20	S7Z20TM1	0,5	S7Z20TM1 (0-0,05)	15,7	8,04	0,52	16,1	47,5	13,1	116	190	0,26
				S7Z20TM1 (0,05-0,5)	8,58	9,09	0,4	17,4	48,2	14,8	121	200	0,48
	Zone 38	S7Z38TM1	0,15	S7Z38TM1 (0-0,05)	13,1	6,27	0,63	23,3	**350**	12,1	98,3	202	0,31
	Zone 54	S7Z54TM1	0,35	S7Z54TM1 (0-0,05)	17,3	6,01	0,41	12	30,6	12,6	44	99,1	0,21
				S7Z54TM1 (0,05-0,35)	28,6	8,03	0,4	12,9	32,8	13,5	79,3	150	0,36
	Zone 62	S7Z62TM1	0,05	S7Z62TM1 (0-0,05)	19,5	4,51	0,4	20,5	17,2	6,47	42,6	60,8	0,1
		S7Z62TM2	0,05	S7Z62TM2 (0-0,05)	23	4,84	0,44	23,6	19,7	8,49	59,6	122	0,6

Dossier 17LES038Aa

IEM LEGRE MANTE
Synthèse des résulatts en 8ETM sur les sols hors site

Secteur	Zone	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Résultats d'analyses - 8ML								
		Nom	Profondeur (m)		Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
Secteur 8	Zone 3	S8Z3TM1	0,1	S8Z3TM1 (0-0,05)	26,5	5,13	0,4	13,5	51,8	8,99	72,5	185	0,1
	Zone 5	S8Z5TM1	0,35	S8Z5TM1 (0-0,05)	27,1	6,63	**0,89**	**42,8**	31,6	14,3	56,9	199	0,1
	Zone 6	S8Z6TM1	0,3	S8Z6TM1 (0-0,05)	11,4	9,09	0,43	20,5	42,9	13,1	94	233	0,25
		espace vert		S8Z6TM1 (0,05-0,3)	29,7	10,9	0,55	18,3	41,8	13,4	105	223	0,23
	Zone 16	S8Z16TM1	0,05	S8Z16TM1 (0-0,05)	38,7	6,56	0,4	12,1	27,5	9,31	75,7	139	0,27
	Zone 17	S8Z17TM1	0,5	S8Z17TM1 (0-0,05)	29	7,98	0,58	16,4	42,6	12,7	92,7	197	0,25
				S8Z17TM1 (0,05-0,5)	15,8	9,68	0,54	18,5	36	15,1	108	170	0,33
	Zone 26	S8Z26TM1	0,25	S8Z26TM1 (0-0,05)	20,1	6,92	0,41	17,1	37,5	16,6	41,5	85,2	0,18
	Zone 50	S8Z50TM1	0,25	S8Z50TM1 (0-0,05)	17,8	6,03	0,66	22,8	**116**	13,5	98,8	**276**	0,23
	Zone 60	S8Z60TM1	0,15	S8Z60TM1 (0-0,05)	16,1	9,14	**0,82**	**30,6**	**89,8**	15,8	**214**	**532**	0,53
	Zone 80	S8Z80TM1	0,3	S8Z80TM1 (0-0,05)	13,6	11	0,42	**26,2**	**63,9**	15,8	**155**	**331**	0,79
	Zone 88	S8Z88TM1	0,4	S8Z88TM1 (0-0,05)	26,1	8,6	**1,11**	20,8	**104**	12,6	**152**	**482**	0,88
		jardin potager		S8Z88TM1 (0,05-0,4)	20,9	10,2	**1,25**	22,4	**97,5**	13,7	**193**	**551**	1,13
	Zone 89	S8Z89TM1	0,4	S8Z89TM1 (0-0,05)	30,8	18,3	**1,51**	22,6	**110**	12,7	**416**	**866**	2,29
		jardin enherbé avec poules		S8Z89TM1 (0,05-0,4)	4,46	18,8	**1,54**	23,2	**125**	16,7	**521**	**857**	**2,85**
	Zone 97	S8Z97TM1	0,3	S8Z97TM1 (0-0,05)	12,3	8,36	**0,72**	22,3	**61,9**	14	**151**	**475**	0,37
		2m² sol nu fleur		S8Z97TM1 (0,05-0,3)	31,9	9,92	0,4	22	40,1	14,1	**170**	**531**	0,47
	Zone 111	S8Z111TM1	0,5	S8Z111TM1 (0-0,05)	10,2	13,6	**1,4**	23,6	**147**	15	**303**	**805**	0,66
Secteur 9	Zone 8	S9Z8TM1	0,05	S9Z8TM1 (0-0,05)	16,5	5,16	0,4	13	17,3	12,8	34,5	95,1	0,2
		jardin près des arbres											
	Zone 12	S9Z12TM1	0,3	S9Z12TM1 (0-0,05)	13,3	8,76	0,4	16,5	40,3	15,6	53,8	105	0,14
	Zone 13	S9Z13TM1	0,4	S9Z13TM1 (0-0,05)	26,9	7,91	0,52	15,4	39,4	12,3	97,3	221	0,43
		espace enherbé		S9Z13TM1 (0,05-0,4)	20,4	7,44	0,4	12,5	26,6	9,25	61,9	112	0,58
	Zone 15	S9Z15TM1	0,5	S9Z15TM1 (0-0,05)	27,3	11,9	**0,92**	**32**	**107**	18,3	**161**	**377**	0,58
		jardin surface 2 m² près		S9Z15TM1 (0,05-0,5)	22,6	12,3	0,59	**35**	**96,3**	17,4	**161**	**402**	0,73
	Zone 25	S9Z25TM1	0,3	S9Z25TM1 (0-0,05)	2,86	5,72	0,4	10,9	32,4	10,7	61,3	223	0,1
		jardin enherbé											
Secteur 3 Compléments 2018	Zone 20	S3Z20 TM1 0-0,05	0-0,05	S3Z20 TM1 0-0,05	26,3	8,4	**0,76**	17,6	33,1	16,4	96,8	**313**	0,43
		S3Z20 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S3Z20 TM1 0,05-0,25	44,2	10,1	**0,89**	19,7	40,2	18,7	93,2	**334**	0,41
	Zone 21	S3Z21 TM1 0-0,05	0-0,05	S3Z21 TM1 0-0,05	22,7	11,2	**1,05**	18,5	**93,8**	16,6	**273**	**524**	0,23
		S3Z21 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S3Z21 TM1 0,05-0,25	35	12,2	**1,16**	19	**172**	15,6	**330**	**550**	0,29
		S3Z21 TM2 0-0,05	0-0,05	S3Z21 TM2 0-0,05	53,2	6,99	**1,23**	19	42,5	17,1	**167**	**795**	0,25
		S3Z21 TM2 0,05-0,25	0,05-0,25	S3Z21 TM2 0,05-0,25	43,1	6,4	**0,95**	13,9	23,6	15,4	96,1	**512**	0,12
	Zone 17	S3Z17 TM1 0-0,05	0-0,05	S3Z17 TM1 0-0,05	10,3	10,8	**1,21**	22,7	**71,8**	17	**989**	**691**	0,38
		S3Z17 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S3Z17 TM1 0,05-0,25	36,8	12,3	**1,24**	21,9	57,8	16,4	**1790**	**1190**	0,34
	Zone 28	S3Z28 TM1 0-0,05	0-0,05	S3Z28 TM1 0-0,05	7,99	**25,2**	**2,83**	**30,5**	**183**	22,1	**1340**	**3080**	1,89
		S3Z28 TM1 0,05-0,5	0,05-0,5	S3Z28 TM1 0,05-0,5	27,9	**26,1**	**2,13**	**28,6**	**148**	22,6	**1080**	**2190**	2,09
		S3Z28 TM1 0,5-0,7	0,5-0,7	S3Z28 TM1 0,5-0,7	14	**27,6**	**1,09**	24,1	**81,7**	22,7	**611**	**687**	1,08
		S3Z28 TM2 0-0,05	0-0,05	S3Z28 TM2 0-0,05	25,2	15,4	**1,37**	22,3	**90,2**	20,1	**390**	**715**	1,42
		S3Z28 TM2 0,05-0,4	0,05-0,4	S3Z28 TM2 0,05-0,4	22,7	17,6	**1,22**	23,3	**99,1**	21,6	**430**	**674**	1,46
	Zone 29	S3Z29 TM1 0-0,05	0-0,05	S3Z29 TM1 0-0,05	8,17	18,6	**1,29**	15,8	**100**	15,1	**809**	**557**	0,23
		S3Z29 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S3Z29 TM1 0,05-0,25	43	17	**1,74**	17,8	**121**	16,1	**1910**	**624**	0,25

Dossier 17LES038Aa

IEM LEGRE MANTE
Synthèse des résulatts en 8ETM sur les sols hors site

Secteur	Zone	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Résultats d'analyses - 8ML								
		Nom	Profondeur (m)		Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
Secteur 1 Compléments 2018	Zone 13	S1Z13 TM1 0,01-0,07	0,01-0,07	S1Z13 TM1 0,01-0,07	28,5	14,4	1,2	22,7	98,8	18,7	246	675	0,49
	Zone 14	S1Z14 TM1 0-0,05	0-0,05	S1Z14 TM1 0-0,05	26,8	4,98	0,69	12,8	55,5	13,8	101	587	1,75
		S1Z14 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S1Z14 TM1 0,05-0,25	100	6,18	0,83	18,5	66	12,5	138	630	2,39
	Zone 21	S1Z21 TM1 0-0,05	0-0,05	S1Z21 TM1 0-0,05	33,7	10,2	1,26	20,9	45,9	15,6	126	313	0,6
		S1Z21 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S1Z21 TM1 0,05-0,25	39,3	8,71	1	19,5	34,9	14,4	86,1	238	0,51
		S1Z21 TM2 0-0,05	0-0,05	S1Z21 TM2 0-0,05	27,2	11	1,02	17	61,2	14,6	157	353	0,95
		S1Z21 TM2 0,05-0,21	0,05-0,21	S1Z21 TM2 0,05-0,21	30,6	13,4	0,93	16,2	67,7	15,3	146	351	0,93
		S1Z21 TM2 0,21-0,26	0,21-0,26	S1Z21 TM2 0,21-0,26	10,4	11,5	1	18,2	58,3	15,3	220	423	0,89
		S1Z21 TM3 0-0,05	0-0,05	S1Z21 TM3 0-0,05	4,95	7,21	0,6	12,2	40,3	12,2	127	158	0,34
		S1Z21 TM3 0,05-0,2	0,05-0,2	S1Z21 TM3 0,05-0,2	9,21	8	0,6	13,3	32,4	12,8	102	144	0,28
	Zone 18	S1Z18 TM1 0-0,05	0-0,05	S1Z18 TM1 0-0,05	41,8	6,7	0,52	19,4	34,8	16,7	62,6	137	0,31
		S1Z18 TM1 0,05-0,25	0,05-0,25	S1Z18 TM1 0,05-0,25	28,7	6,51	<0.40	14,7	22,9	13,4	50,7	59,2	0,3
		S1Z18TM2 0-0,05	0-0,05	S1Z18TM2 0-0,05	10,3	6,23	0,44	17,5	34,3	14,9	54,6	110	0,3
		S1Z18TM2 0,05-0,2	0,05-0,2	S1Z18TM2 0,05-0,2	9,21	7,66	0,47	17,9	30	16,6	58,6	80,9	0,56
Secteur 6 Compléments 2018	Zone 16	S6Z16 TM1 0-0,05	0-0,05	S6Z16 TM1 0-0,05	12,9	32,9	1,66	21,7	65,5	16,7	475	440	0,26
		S6Z16 TM1 0,05-0,16	0,05-0,16	S6Z16 TM1 0,05-0,16	34,1	31,7	1,55	22,3	62,9	16,6	412	509	0,29
	Zone 12	S6Z12 TM1 0-0,05	0-0,05	S6Z12 TM1 0-0,05	34	11,6	0,57	14,2	33,5	16,8	72	169	0,12
		S6Z12 TM1 0,05-0,3	0,05-0,3	S6Z12 TM1 0,05-0,3	32	11,3	0,55	13,9	31,8	17,3	58,7	160	0,12
		S6Z12 TM2 0-0,05	0-0,05	S6Z12 TM2 0-0,05	13,3	13,9	0,83	19,2	37,5	18	161	334	0,18
		S6Z12 TM2 0,05-0,22	0,05-0,22	S6Z12 TM2 0,05-0,22	34,6	17,8	0,84	21,4	34,2	19,6	186	259	0,24
	Zone 111	S6Z111 TM1 0-0,05	0-0,05	S6Z111 TM1 0-0,05	8,14	8,29	<0.40	24,1	16	14,7	43	51,1	0,13
		S6Z111 TM1 0,05-0,3	0,05-0,3	S6Z111 TM1 0,05-0,3	9,29	7,88	<0.40	15,8	10,3	13,3	31,5	31,3	<0.10
		S6Z111 TM1 0,3-0,4	0,3-0,4	S6Z111 TM1 0,3-0,4	23,1	34,5	<0.40	12,6	9,34	10,4	67,8	31,6	<0.10
		S6Z111 TM2 0-0,05	0-0,05	S6Z111 TM2 0-0,05	19,4	7,36	<0.40	11,7	20,6	11,2	48,2	59,3	0,14
		S6Z111 TM2 0,05-0,25	0,05 - 0,25	S6Z111 TM2 0,05-0,25	11,1	7,78	<0.40	11	21,3	10,8	177	65,4	<0.10
		S6Z111 TM3 0-0,05	0-0,05	S6Z111 TM3 0-0,05	10,8	11,5	<0.40	11,2	13,2	9,94	76,8	44,1	<0.10
		S6Z111 TM3 0,05-0,25	0,05 - 0,25	S6Z111 TM3 0,05-0,25	9,63	11,7	<0.40	9,82	9,63	10,1	64,1	35,3	<0.10
	Zone 114	S6Z114 TM1 0-0,05	0-0,05	S6Z114 TM1 0-0,05	20	9,36	0,4	16,3	28,8	12,4	153	266	<0.10
		S6Z114 TM1 0,05-0,2	0,05 - 0,2	S6Z114 TM1 0,05-0,2	14,6	10,6	0,54	20,2	36,5	13,5	171	398	0,99
		S6Z114 TM2 0-0,05	0-0,05	S6Z114 TM2 0-0,05	13,8	28,6	0,48	14,5	22,9	15,5	241	99,4	<0.10
		S6Z114 TM2 0,05-0,25	0,05 - 0,25	S6Z114 TM2 0,05-0,25	16,7	32,4	<0.40	13,3	20,9	15,2	235	77,1	0,19
		S6Z114 TM2 0,25-0,5	0,25-0,5	S6Z114 TM2 0,25-0,5	10,6	8,22	<0.40	12,8	9,28	13,6	36,7	24,6	0,11

Dossier 17LES038Aa

IEM LEGRE MANTE
Synthèse des résulatts en 8ETM sur les sols hors site

Secteur	Zone	Sondage		Prélèvement (profondeur en m)	Résultats d'analyses - 8ML								
		Nom	Profondeur (m)		Refus (%PB)	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
Zsc Compléments 2018	Zsc1	Zsc1	0-0,05	Zsc1	54,4	91,3	2,65	32	26,4	26,1	1170	199	0,23
	Zsc2	Zsc2	0-0,05	Zsc2	67,4	175	5,05	22,3	38,4	22,5	3000	371	0,21
	Zsc3	Zsc3	0-0,05	Zsc3	47	1610	58,8	19,4	35,5	15,8	12900	1600	16,8
	Zsc4	Zsc4	0-0,05	Zsc4	50,8	51,9	1,66	25,3	40,8	24,5	637	193	0,34
	Zsc5	Zsc5	0-0,05	Zsc5	59,2	45,5	1,54	24,9	38,3	23,3	651	187	0,28
	Zsc6	Zsc6	0-0,05	Zsc6	25,6	26,4	1,17	30,3	32,1	29	294	131	0,18
	Zsc7	Zsc7	0-0,05	Zsc7	46,2	38,7	1,17	14,3	30,7	14,9	566	267	0,18
	Zsc8	Zsc8	0-0,05	Zsc8	52	53,1	1,27	16,5	26,3	17,4	763	233	0,22
	Zsc9	Zsc9	0-0,05	Zsc9	44	91,4	1,42	30,1	42,9	26,4	1480	391	0,27
	Zsc10	Zsc10	0-0,05	Zsc10	60,1	147	3,66	9,58	28,3	18,6	2230	409	0,66
	Zsc11	Zsc11	0-0,05	Zsc11	64,7	600	5,15	20,4	36,9	16,3	4690	1340	0,24
	Zsc12	Zsc12	0-0,05	Zsc12	81,7	67,1	0,94	14,3	57,4	20,9	1420	1230	3,01
Zone chasse Compléments 2018	Chasse1bis	Chasse1bis	0-0,05	Chasse1bis	53,9	86,4	2,4	24,5	34,5	23,2	1300	242	0,24
	Chasse5bis	Chasse5bis	0-0,05	Chasse5bis	90	126	2,24	26,3	33,7	23,6	737	197	0,19
Transectes Compléments 2018	TR5bis	TR5bis	0-0,05	TR5bis	57,2	266	8,69	28,9	36,9	21,4	3570	384	0,34
Escalette Compléments 2018	Mortier cheminée Escalette	Mortier cheminée Escalette	-	Mortier cheminée Escalette	57,8	9890	74,5	6,67	31,6	2,75	37700	3960	152
BDF NU Compléments 2018	BdFNU 1	BdFNU 1	0-0,05	BdFNU 1	74,7	30,6	1,27	23	29,2	20,9	268	123	0,23
	BdFNU 2	BdFNU 2	0-0,05	BdFNU 2	5,91	14,2	0,49	<5.16	14,2	5,58	235	60,1	0,39
	BdFNU 3	BdFNU 3	0-0,05	BdFNU 3	12,2	6,14	<0.40	9,22	19	9,4	66,2	71,4	0,4
BF GN Compléments 2018	BFGN 1	BFGN 1	0-0,05	BFGN 1	57,9	10,1	0,55	12,7	17,1	12,1	129	60,3	0,13
	BFGN 2	BFGN 2	0-0,05	BFGN 2	71	19	0,91	29,3	20,6	19,4	94,9	68,6	0,11
	BFGN 3	BFGN 3	0-0,05	BFGN 3	84,4	8,41	1	11,5	24,2	12,3	172	112	0,12
	BFGN 4	BFGN 4	0-0,05	BFGN 4	47	11,5	0,9	29,2	18,5	21,3	63,1	65,3	0,16
	BFGN 5	BFGN 5	0-0,05	BFGN 5	69	17,5	0,9	12,6	27,7	13,1	119	97,3	0,2
	BFGN 6	BFGN 6	0-0,05	BFGN 6	55,6	14,8	0,56	17,5	14,6	16,7	59,3	70,6	0,1

A6.4	**Elaboration du bruit de fond (Environnement Local Témoin)**

Elaboration du bruit de fond géochimique :

La méthodologie de réalisation du bruit de fond est établie sur la base :

- de la norme NF-ISO 19258 de septembre 2018 ;
- du rapport d'étude INERIS DRC-15-151883-01265B du 05/04/2017 « Utilisation de l'environnement local témoin ».

Définition de l'environnement local témoin (ELT)

Le ministère en charge de l'environnement propose sur le portail des Sites et Sols pollués une définition du « bruit de fond » très proche de celle donnée par la norme NF EN ISO 19258 (MEDDE 2012) :

« Concentration représentative ambiante en un élément, en un composé, ou en une substance dans un milieu donné, d'un territoire donné. Elle tient compte :

- *Des concentrations naturelles (fond pédo-géochimique naturel)*
- *Et de celles provenant éventuellement de sources d'origine anthropique diffuses (comme les pollutions diffuses par engrais ou pesticides liées aux pratiques agricoles usuelles, trafic routier).*

Il peut aussi être défini comme la concentration habituelle dans un milieu donné, en l'absence de contamination locale ».

Procédure d'établissement du BDF

- Substances

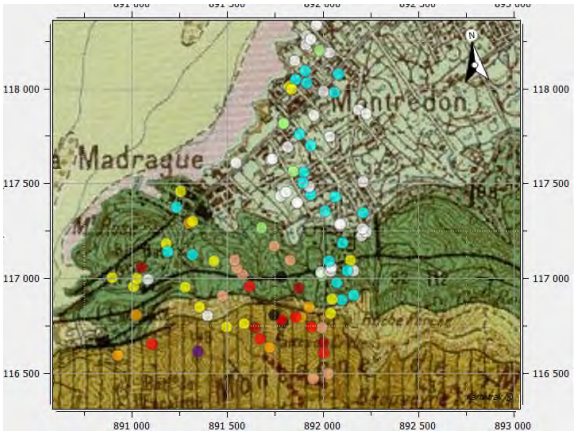
Le bruit de fond sera déterminé dans ce cas pour les 8 métaux lourds, composés traceurs principaux de l'activité du site.

- Zone d'étude / échelle d'échantillonnage

La zone d'étude a été définie en concertation avec la DREAL de manière à couvrir un large secteur géographique dans un rayon de 1 à 1,5 km du site à l'étude.

La stratégie d'échantillonnage a tenu compte des approches spatiales et typologiques.
Des prélèvements de sol ont été réalisés de façon à obtenir une couverture homogène de l'ensemble de la zone d'étude tout en intégrant les différentes contraintes :

- Echantillonnage au droit des différents affleurements géologiques afin de tenir compte du fond pédo-géochimique (concentration d'une substance présente dans un sol du fait de processus géologiques et pédologiques naturels) ;



- Echantillonnage au droit d'une part du secteur naturel des calanques (« TR », « chasse », « Zsc », « BdFNU », « BFGN » et d'autre part du secteur urbain afin

d'identifier le fond anthropique (concentration dans un sol d'une substance d'origine anthropique).

L'échantillonnage a également été conditionné par les contraintes d'accès : autorisations des propriétaires sur le secteur urbain, topographie dans le secteur des calanques.

Le plan d'échantillonnage optimal prévoyait un plan systématique. Dans la pratique et au regard des contraintes d'accès (assujetti au consentement des riverains) le plan d'échantillonnage effectué a été de type aléatoire stratifié (car il intègre quoi qu'il en soit le découpage de la zone par secteurs (strates) homogènes).

Dans le cas du secteur urbain les échantillons ont été prélevés de manière à représenter les différents types d'usage des sols : jardins, potagers, vergers, espaces verts publics, …

- Période d'échantillonnage

Les échantillons utilisés dans le cadre du bruit de fond ont été réalisés par ERG ENVIRONNEMENT entre septembre 2017 et septembre 2018.
Seuls les échantillons 0130739HSLU09 et 0130739HSLU10 issus des diagnostics réalisés dans le cadre de la démarche ETS ont été réalisés sur une période différente.

- Technique d'échantillonnage

Les prélèvements de sol de surface ont été constitués d'un échantillon composite rassemblant 5 prises unitaires sur une superficie d'environ 3x3 m.
Les échantillons ont été prélevés par un technicien au moyen d'une pelle manuelle en INOX et homogénéisés dans un récipient en INOX, avant d'être conditionnés dans des flacons en verre pour envoi au laboratoire.

- Profondeur d'échantillonnage

Les profondeurs d'investigations, conformément à la méthodologie, ont tenu compte des usages recensés sur chacune des zones identifiées :

Usage	**Profondeur / échantillon**	**Stratégie**
Espaces verts ou jardins	0 - 5 cm	Impact par retombées atmosphériques Exposition par contacte directe
	5 - 25 cm	Sols sous-jacents *Adaptation selon la lithologie ou les constats organoleptiques*
	25 - 100 cm	Sols sous-jacents *Adaptation selon la lithologie ou les constats organoleptiques*
Potagers	0 - 5 cm	Impact par retombées atmosphériques Exposition par contacte directe
	0 - 50 cm	Sols sous-jacents Vérification de la qualité des sols au niveau de la zone d'enracinement des cultures
	50 - 100 cm	Sols sous-jacents *Adaptation selon la lithologie ou les constats organoleptiques*
Vergers	0 - 5 cm	Impact par retombées atmosphériques Exposition par contacte directe
	0 - 100 cm	Sols sous-jacents Vérification de la qualité des sols au niveau de la zone d'enracinement des cultures

- Technique d'analyse

Les échantillons ont été analysés après homogénéisation, séchage puis préparation à l'eau régale, par ICP-AES technique basée sur le couplage d'une torche à plasma et d'un spectromètre d'émission atomique) conformément à la norme NF EN ISO 11185 – NF EN 13346 Méthode B. Notons que le même laboratoire accrédité COFRAC (EUROFINS) a été utilisé pour l'ensemble des échantillons de sols retenus dans la démarche.

- Tri des données

- *1/* Exclusion des échantillons dans un rayon compris entre 0 et 500 m du site LEGRE MANTE (rayon probable d'influence des retombées des poussières issues des cheminées de ce site). *Parmi les 149 échantillons analysés, 46 échantillons sont ainsi exclus.*

- *2/* Exclusion des échantillons fortement impactés à proximité de la cheminée du site Escalette. *4 échantillons supplémentaires sont ainsi exclus.*

- *3/* traitement des résultats, afin que les concentrations inférieures à la limite de quantification (LQ) soient retenues égales à la LQ.

- *4/* tri des analyses selon le secteur : parc naturel des calanques / secteur urbain,
  - *Parc naturel des calanques : 11 échantillons (secteurs chasse, transect calanques, BdFNU et BFGN),*
  - Secteur urbain : *88 échantillons (secteurs 1 à 9)*

- *5/* tri des analyses par profondeur : niveau superficiel d'une part et niveau sous-jacent d'autre part. *Parmi les 99 échantillons analysés retenus, 70 échantillons ont été prélevés dans l'horizon de surface et 29 échantillons sont représentatifs des sols sous-jacents. Les échantillons prélevés dans le parc naturel des calanques correspondent exclusivement au niveau superficiel.*

- *6/* tri des analyses par type de couche lithologique : faciès de remblais ou horizon avec indice d'activité anthropique (sol remanié, débris de démolition, charbon) d'une part et sols a priori naturel ou sans indice d'activité anthropique.
  A noter que le tri en fonction des faciès géologiques n'a pas eu de pertinence ici (les deux grands types de faciès (calcaire et alluvions) étant masqués par la différenciation parc naturel des calanques / secteur urbain,
  Parmi les 59 échantillons analysés retenus dans le niveau superficiel du secteur urbain, 23 échantillons ne présentent pas d'indice de remblais.
  Parmi les 29 échantillons analysés retenus dans le niveau sous-jacent du secteur urbain, 12 échantillons ne présentent pas d'indice de remblais.

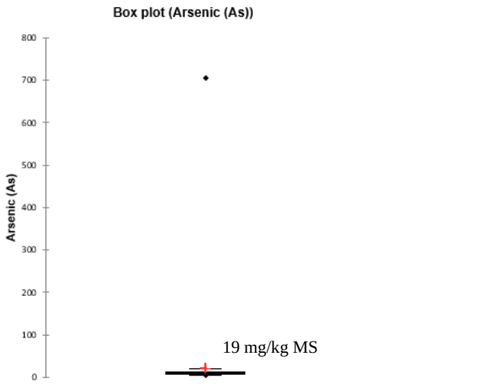
- *7/* Pour chaque composé, élimination des valeurs aberrantes par réalisation de boites à moustaches sous XLstat (c'est à dire valeurs supérieures à la limite supérieure de la boite à moustaches).
  Les boites à moustache ont été réalisées sur l'ensemble des données triées à l'issue des points précédents 1 à 3 (99 échantillons) afin d'obtenir un nombre d'échantillon suffisant pour l'analyse statistique. Elles sont présentées en Figure 1.

  Pour certains composés (arsenic, plomb, mercure), la variabilité des résultats est très importante du fait de valeurs extrêmes.
  Ainsi l'analyse statistique par les boites à moustaches a été réalisée de nouveau, après retrait des valeurs aberrantes supérieures au seuil identifié par le 1er traitement. Elles sont présentées en Figure 2.

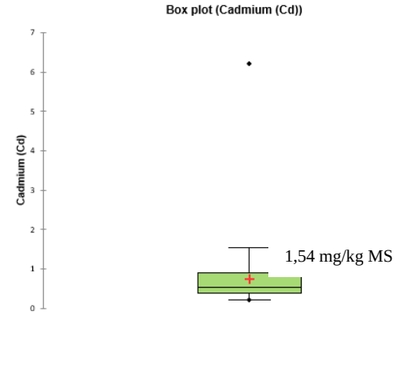
Figure 1 : Présentation des boites à moustaches sur les résultats après éviction des échantillons < 500 m de la cheminée LEGRE MENTE et de la cheminée ESCALETTE

Analyse statistique sur l'ensemble des prélèvements > 500m du site

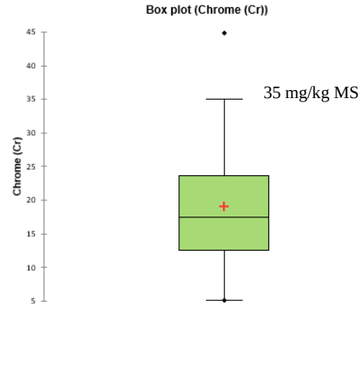
Statistique	Arsenic (As)
Nb. d'observations	99
Minimum	3,920
Maximum	706,000
1er Quartile	6,935
Médiane	8,960
3ème Quartile	13,000
Moyenne	20,244
Variance (n-1)	5036,010
Ecart-type (n-1)	70,965



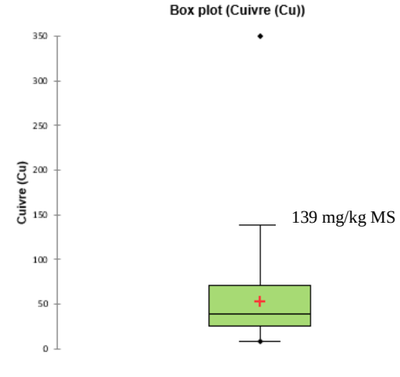
Statistique	Cadmium (Cd)
Nb. d'observations	99
Minimum	0,210
Maximum	6,220
1er Quartile	0,400
Médiane	0,540
3ème Quartile	0,895
Moyenne	0,734
Variance (n-1)	0,448
Ecart-type (n-1)	0,670



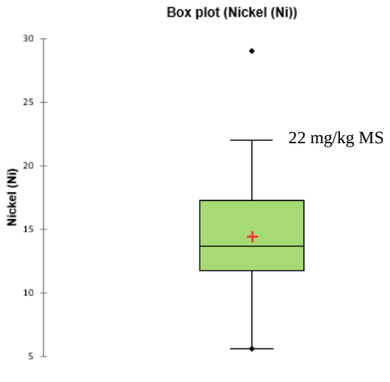
Statistique	Chrome (Cr)
Nb. d'observations	99
Minimum	5,160
Maximum	44,800
1er Quartile	12,550
Médiane	17,500
3ème Quartile	23,600
Moyenne	19,070
Variance (n-1)	60,225
Ecart-type (n-1)	7,760



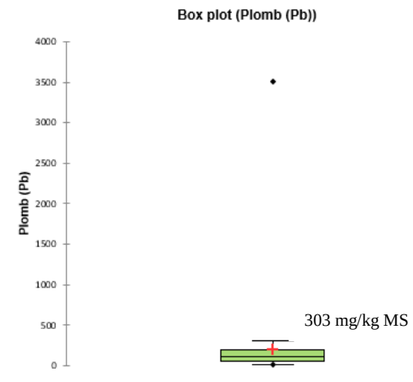
Statistique	Cuivre (Cu)
Nb. d'observations	99
Minimum	7,840
Maximum	350,000
1er Quartile	25,750
Médiane	38,900
3ème Quartile	71,300
Moyenne	53,212
Variance (n-1)	2156,642
Ecart-type (n-1)	46,440



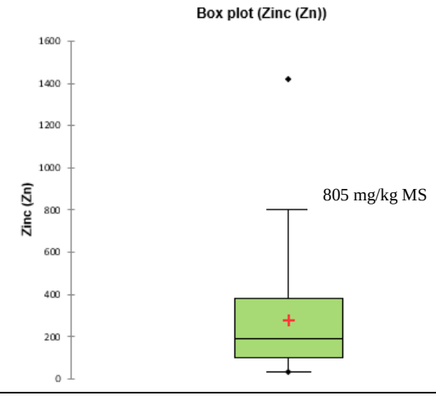
Statistique	Nickel (Ni)
Nb. d'observations	99
Minimum	5,580
Maximum	29,000
1er Quartile	11,750
Médiane	13,700
3ème Quartile	17,300
Moyenne	14,446
Variance (n-1)	16,668
Ecart-type (n-1)	4,083



Statistique	Plomb (Pb)
Nb. d'observations	99
Minimum	10,700
Maximum	3510,000
1er Quartile	58,100
Médiane	111,000
3ème Quartile	194,000
Moyenne	204,904
Variance (n-1)	145632,880
Ecart-type (n-1)	381,619



Statistique	Zinc (Zn)
Nb. d'observations	99
Minimum	32,300
Maximum	1420,000
1er Quartile	97,450
Médiane	190,000
3ème Quartile	383,000
Moyenne	279,525
Variance (n-1)	74988,368
Ecart-type (n-1)	273,840



Statistique	Mercure (Hg)
Nb. d'observations	99
Minimum	0,100
Maximum	13,300
1er Quartile	0,135
Médiane	0,310
3ème Quartile	0,515
Moyenne	0,535
Variance (n-1)	1,846
Ecart-type (n-1)	1,359

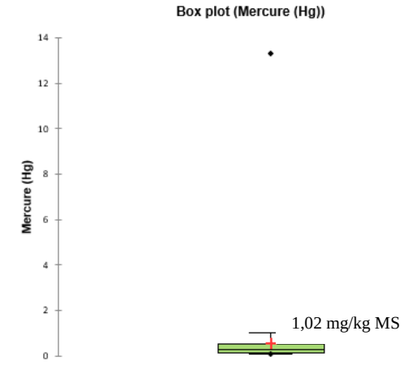
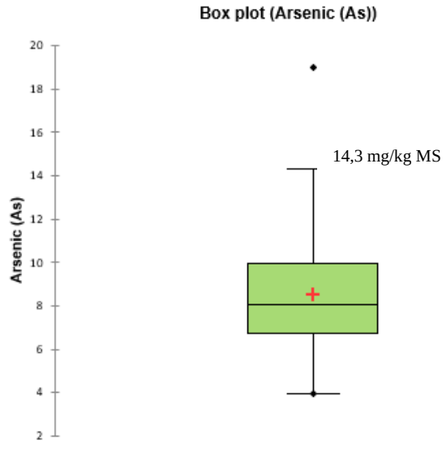


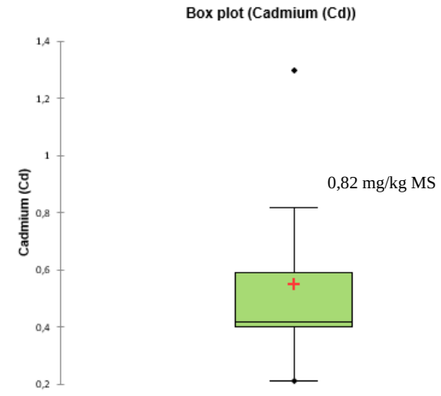
Figure 2 : Présentation des boites à moustaches sur les résultats après éviction des teneurs aberrantes

Analyse statistique sur l'ensemble des prélèvements > 500m du site après retrait des valeurs aberrantes définies précédemment

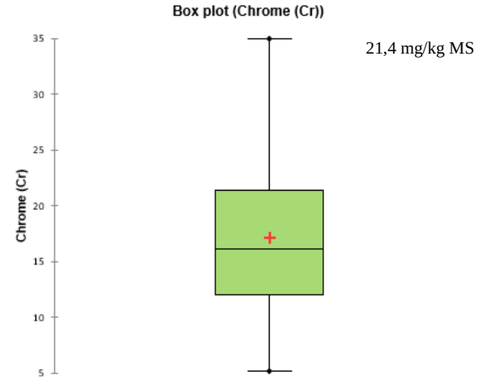
Statistique	Arsenic (As)
Nb. d'observations	73
Minimum	3,920
Maximum	19,000
1er Quartile	6,700
Médiane	8,080
3ème Quartile	9,920
Moyenne	8,517
Variance (n-1)	9,086
Ecart-type (n-1)	3,014



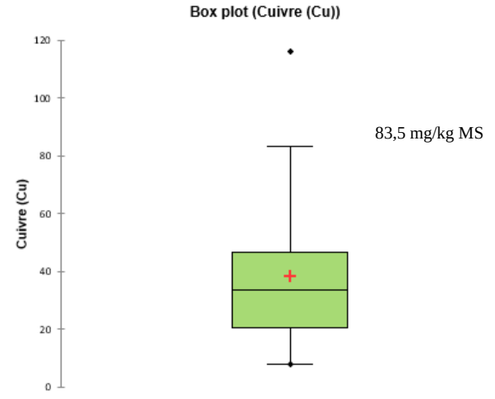
Statistique	Cadmium (Cd)
Nb. d'observations	73
Minimum	0,210
Maximum	1,300
1er Quartile	0,400
Médiane	0,420
3ème Quartile	0,590
Moyenne	0,551
Variance (n-1)	0,055
Ecart-type (n-1)	0,235



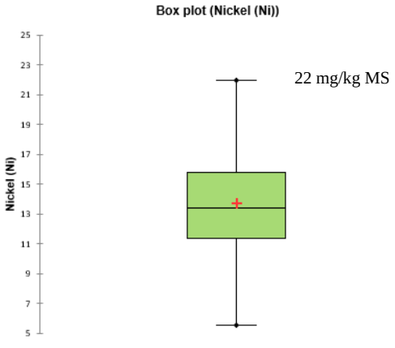
Statistique	Chrome (Cr)
Nb. d'observation	73
Minimum	5,160
Maximum	35,000
1er Quartile	12,000
Médiane	16,100
3ème Quartile	21,400
Moyenne	17,152
Variance (n-1)	45,952
Ecart-type (n-1)	6,779



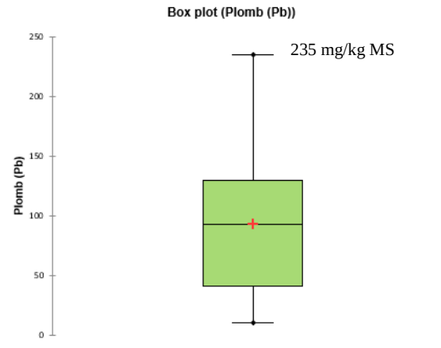
Statistique	Cuivre (Cu)
Nb. d'observations	73
Minimum	7,840
Maximum	116,000
1er Quartile	20,600
Médiane	33,600
3ème Quartile	46,700
Moyenne	38,570
Variance (n-1)	620,047
Ecart-type (n-1)	24,901



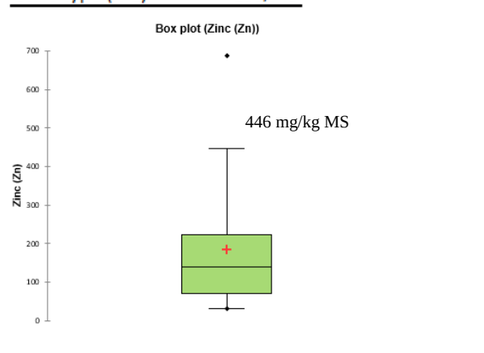
Statistique	Nickel (Ni)
Nb. d'observations	73
Minimum	5,580
Maximum	22,000
1er Quartile	11,400
Médiane	13,400
3ème Quartile	15,800
Moyenne	13,712
Variance (n-1)	13,250
Ecart-type (n-1)	3,640



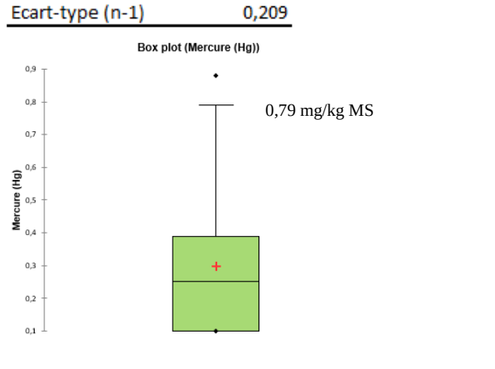
Statistique	Plomb (Pb)
Nb. d'observations	73
Minimum	10,700
Maximum	235,000
1er Quartile	41,500
Médiane	92,700
3ème Quartile	130,000
Moyenne	93,349
Variance (n-1)	3475,113
Ecart-type (n-1)	58,950



Statistique	Zinc (Zn)
Nb. d'observations	73
Minimum	32,300
Maximum	687,000
1er Quartile	71,400
Médiane	139,000
3ème Quartile	223,000
Moyenne	185,671
Variance (n-1)	22723,909
Ecart-type (n-1)	150,745



Statistique	Mercure (Hg)
Nb. d'observations	73
Minimum	0,100
Maximum	0,880
1er Quartile	0,100
Médiane	0,250
3ème Quartile	0,390
Moyenne	0,297
Variance (n-1)	0,044
Ecart-type (n-1)	0,209



En mg/kg MS	**As**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Ni**	**Pb**	**Zn**	**Hg**
Seuil 1er traitement	19	1,5	35	139	22	303	805	1,02
Seuil 2nd traitement	14	0,8	21	83	22	235	446	0,8

Tableau 1 : synthèse des limites supérieures définies par composé par le traitement des boites à moustaches

Dans une démarche volontairement sécuritaire, l'ensemble des valeurs aberrantes mises en évidence à l'issue du 1er traitement a été écarté, sans examen plus approfondi, pour vérifier si la valeur est effectivement une valeur aberrante à éliminer ou s'il s'agit d'une anomalie naturelle qui pourrait être conservée.

A noter que seule la population des échantillons avec indice de remblais anthropiques peut présenter des valeurs supérieures aux seuils définis lors du second traitement des données.

- Présentation du traitement statistique sur les teneurs retenues à l'issue des points 1/ à 7/ :

SECTEUR CALANQUE - FOND GEOCHIMIQUE NATUREL								
	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
NB DONNES	9							
MIN	6,1	0,40	5,2	14,2	5,6	59,3	60,1	0,10
MAX	19,0	1,00	29,3	27,7	21,3	235,0	126,0	0,40
MOY	12,4	0,68	15,4	19,2	13,8	115,9	81,3	0,19
MEDIANE	11,5	0,56	12,6	18,5	13,1	105,0	70,6	0,13
70ème percentile	14,6	0,90	15,6	20,0	15,7	125,0	86,9	0,18
80ème percentile	15,9	0,90	22,2	22,0	17,8	146,2	103,2	0,28
90ème percentile	17,8	0,93	29,2	24,9	19,8	184,6	114,8	0,39
SECTEUR URBAIN SOL SUPERFICIEL - horizon1 **sans indice de remblais anthropiques**								
NB DONNES	19							
MIN	3,9	0,21	8,0	8,7	6,5	14,1	35,2	0,10
MAX	10,2	0,74	30,0	49,4	19,2	174,0	353,0	0,78
MOY	6,7	0,45	15,7	29,7	12,2	70,4	130,1	0,28
MEDIANE	6,9	0,41	14,6	30,6	12,3	44,0	110,0	0,21
70ème percentile	8,1	0,43	18,2	37,8	13,2	91,1	141,8	0,31
80ème percentile	8,3	0,52	20,7	40,8	14,2	121,6	198,8	0,41
90ème percentile	8,7	0,59	23,9	46,9	15,9	142,0	216,2	0,62
SECTEUR URBAIN SOL SUPERFICIEL - horizon1 **avec indice de remblais anthropiques**								
NB DONNES	25							
MIN	4,1	0,40	9,8	14,0	8,67	25,2	78,1	0,10
MAX	14,3	1,30	32,0	107,0	19,7	223,0	687,0	0,88
MOY	8,7	0,65	18,8	53,6	13,9	115,4	282,2	0,35
MEDIANE	8,6	0,43	17,1	42,6	13,7	111,0	225,0	0,32
70ème percentile	9,1	0,76	21,8	62,7	15,8	153,2	349,4	0,37
80ème percentile	10,8	1,02	23,0	86,5	16,6	163,4	479,2	0,51
90ème percentile	11,3	0,98	27,5	94,1	16,6	166,8	497,0	0,64
SECTEUR URBAIN SOL SUBSURFACE - horizons 2 et 3 - sans indice de remblais anthropiques								
NB DONNES	10							
MIN	5,9	0,40	11,0	11,8	11,4	20,4	48,7	0,10
MAX	10,9	0,77	28,9	60,2	16,4	195,0	446,0	0,73
MOY	8,5	0,52	17,0	36,7	13,7	92,5	178,7	0,31
MEDIANE	8,6	0,48	17,9	38,8	13,7	106,5	185,0	0,28
70ème percentile	9,5	0,56	18,9	43,7	14,2	121,3	215,3	0,40
80ème percentile	9,7	0,60	19,8	49,9	14,9	122,8	225,8	0,48
90ème percentile	9,9	0,73	21,0	57,1	15,2	132,9	257,9	0,52
SECTEUR URBAIN SOL SUBSURFACE - horizons 2 et 3 - avec indice de remblais anthropiques								
NB DONNES	9							
MIN	4,0	0,40	8,9	7,8	9,3	10,7	32,3	0,10
MAX	12,2	0,66	25,2	116,0	22,0	170,0	531,0	0,58
MOY	7,9	0,46	16,7	37,4	14,8	73,1	174,9	0,28
MEDIANE	7,4	0,40	14,4	26,6	13,5	62,9	142,0	0,27
70ème percentile	8,9	0,46	22,5	41,9	16,7	98,9	182,6	0,36
80ème percentile	10,8	0,51	23,2	44,5	19,6	103,8	226,2	0,40
90ème percentile	12,0	0,56	24,0	60,6	21,4	122,8	327,0	0,49

Tableau 2 : synthèse du traitement statistique sur les teneurs retenues par secteur et type d'horizon (échantillons retenus à l'issue du 1er traitement statistique)

- Valeur retenue pour le bruit de fond :

  - Fond géochimique naturel

Aucune valeur n'est retenue. En effet les échantillons prélevés pour réaliser le bruit de fond géochimique naturel montrent que l'état des sols est dégradé par l'ensemble des activités industrielles passées sur le secteur, notamment en plomb.

  - Fond urbain

La valeur retenue pour caractériser le bruit de fond urbain est le 90ème percentile.

Etant donnée la similitude entre les résultats pour l'horizon superficiel et sous-jacent et pour une approche plus robuste sur le nombre de données utilisées, il a été choisi de regrouper les résultats.

En revanche la distinction des résultats avec ou sans indice de remblais anthropique est conservée.

Le bruit de fond retenu pour l'environnement local témoin en secteur urbain est synthétisé dans le tableau suivant :

ENVIRONNEMENT LOCAL TEMOIN (fond géochimique et anthropique)									
	Nb éch	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Chrome (Cr)	Cuivre (Cu)	Nickel (Ni)	Plomb (Pb)	Zinc (Zn)	Mercure (Hg)
sans indice de remblais anthropiques	29	3-10	0,4-0,7	5-25	10-60	5-15	10-130	30-250	0,1-0,6
avec indice de remblais anthropiques	34	3-12	0,4-0,9	5-25	10-90	5-20	10-170	30-500	0,1-0,6

Tableau 3 : bruit de fond retenu pour l'environnement local témoin

A6.5	**Bordereaux d'analyse des sols**

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marie-Odile KHIAT-PAUL
Bât Le Fontenay – Business Center
63, rue André Bollier
69307 LYON 7EME ARRONDISSEMENT

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	TM1 (0-0,05)
002	Sol	(SOL)	TM2 (0-0,05)
003	Sol	(SOL)	TM3 (0-0,05)
004	Sol	(SOL)	chasse 1 (0-0,05)
005	Sol	(SOL)	"chasse 2 (0-0,05)
006	Sol	(SOL)	"chasse 3 (0-0,05)
007	Sol	(SOL)	"chasse 4 (0-0,05)
008	Sol	(SOL)	"chasse 5 (0-0,05)
009	Sol	(SOL)	"chasse 6 (0-0,05)
010	Sol	(SOL)	"S1Z3TM1 (0-0,05)
011	Sol	(SOL)	"S1Z3TM1 (0,05-0,3)
012	Sol	(SOL)	"S1Z3TM2 (0-0,05)
013	Sol	(SOL)	"S1Z3TM2 (0,05-0,35)
014	Sol	(SOL)	S1Z5TM1 (0-0,05)
015	Sol	(SOL)	S1Z5TM1 (0,05-0,3)
016	Sol	(SOL)	S1Z5TM2 (0-0,05)
017	Sol	(SOL)	S1Z5TM2 (0,05-0,35)
018	Sol	(SOL)	S1Z9TM1 (0-0,05)
019	Sol	(SOL)	S1Z9TM1 (0,05-0,25)
020	Sol	(SOL)	S2Z2TM1 (0-0,05)
021	Sol	(SOL)	S2Z2TM1 (0,05-0,2)
022	Sol	(SOL)	S2Z3TM1 (0-0,05)
023	Sol	(SOL)	S2Z3TM1 (0,05-0,25)
024	Sol	(SOL)	S2Z6TM1 (0-0,05)
025	Sol	(SOL)	S2Z6TM2 (0-0,05)
026	Sol	(SOL)	S2Z8TM1 (0-0,05)
027	Sol	(SOL)	S3Z1TM1 (0-0,05)
028	Sol	(SOL)	S3Z1TM1 (0,05-0,25)
029	Sol	(SOL)	S3Z1TM1 (0,25-0,45)
030	Sol	(SOL)	S3Z2TM2 (0-0,05)
031	Sol	(SOL)	S3Z2TM2 (0,05-0,3)
032	Sol	(SOL)	S3Z8TM1 (0-0,05)
033	Sol	(SOL)	S3Z8TM1 (0,05-0,5)
034	Sol	(SOL)	S3Z8TM1 (0,5-0,65)
035	Sol	(SOL)	S3Z8TM2 (0-0,05)
036	Sol	(SOL)	S3Z8TM2 (0,05-0,5)
037	Sol	(SOL)	S3Z8TM2 (0,5-0,75)
038	Sol	(SOL)	S4Z9TM1 (0-0,05)
039	Sol	(SOL)	S4Z12TM1 (0-0,05)
040	Sol	(SOL)	S4Z13TM1 (0-0,05) (2 pots verre)
041	Sol	(SOL)	S4Z21TM1 (0-0,05) (2 pots verre)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

042	Sol	(SOL)	S4Z25TM1 (0-0,05)
043	Sol	(SOL)	S4Z43TM1 (0-0,05)
044	Sol	(SOL)	PA TMa (0-0,05)
045	Sol	(SOL)	PA TMa (0,05-0,4)
046	Sol	(SOL)	PA TMb (0-0,05)
047	Sol	(SOL)	PA TMb (0,05-0,4)
048	Sol	(SOL)	S5Z1TM1 (0-0,05)
049	Sol	(SOL)	S5Z7TM1 (0-0,05)
050	Sol	(SOL)	S5Z11TM1 (0-0,05) (2 pots verre)
051	Sol	(SOL)	S5Z21TM1 (0-0,05)
052	Sol	(SOL)	S5Z29TM1 (0-0,05)
053	Sol	(SOL)	S5Z31TM1 (0-0,05)
054	Sol	(SOL)	"S5Z45TM1 (0-0,05)
055	Sol	(SOL)	S6Z3TM1 (0-0,05)
056	Sol	(SOL)	S6Z15TM1 (0-0,05)
057	Sol	(SOL)	S6Z26TM1 (0-0,05)
058	Sol	(SOL)	S6Z29TM1 (0-0,05)
059	Sol	(SOL)	S6Z29TM1 (0,05-0,15)
060	Sol	(SOL)	S6Z34TM1 (0-0,05)
061	Sol	(SOL)	S6Z34TM2 (0-0,05)
062	Sol	(SOL)	S6Z34TM2 (0,05-0,2)
063	Sol	(SOL)	S6Z38TM1 (0-0,05)
064	Sol	(SOL)	S6Z42TM1 (0-0,05)
065	Sol	(SOL)	S6Z46TM1 (0-0,05)
066	Sol	(SOL)	S6Z47TM1 (0-0,05)
067	Sol	(SOL)	S6Z47TM1 (0,05-0,3)
068	Sol	(SOL)	S6Z49TM1 (0-0,05)
069	Sol	(SOL)	S6Z58TM1 (0-0,05)
070	Sol	(SOL)	S6Z77TM1 (0-0,05)
071	Sol	(SOL)	S6Z77TM1 (0,05-0,3)
072	Sol	(SOL)	S6Z95TM1 (0-0,05)
073	Sol	(SOL)	S6Z96TM1 (0-0,05)
074	Sol	(SOL)	S6Z105TM1 (0-0,05)
075	Sol	(SOL)	S7Z5TM1 (0-0,05)
076	Sol	(SOL)	S7Z5TM1 (0,05-0,3)
077	Sol	(SOL)	S7Z17TM1 (0-0,05)
078	Sol	(SOL)	S7Z17TM1 (0,05-0,25)
079	Sol	(SOL)	S7Z20TM1 (0-0,05)
080	Sol	(SOL)	S7Z20TM1 (0,05-0,5)
081	Sol	(SOL)	S7Z38TM1 (0-0,05)
082	Sol	(SOL)	S7Z54TM1 (0-0,05)
083	Sol	(SOL)	S7Z54TM1 (0,05-0,35)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

084	Sol	(SOL)	S7Z62TM1 (0-0,05)
085	Sol	(SOL)	S7Z68TM2 (0-0,05)
086	Sol	(SOL)	S8Z3TM1 (0-0,05)
087	Sol	(SOL)	S8Z5TM1 (0-0,05)
088	Sol	(SOL)	S8Z6TM1 (0-0,05)
089	Sol	(SOL)	S8Z6TM1 (0,05-0,3)
090	Sol	(SOL)	S8Z16TM1 (0-0,05)
091	Sol	(SOL)	S8Z17TM1 (0-0,05)
092	Sol	(SOL)	S8Z17TM1 (0,05-0,5)
093	Sol	(SOL)	S8Z26TM1 (0-0,05)
094	Sol	(SOL)	S8Z50TM1 (0-0,05)
095	Sol	(SOL)	S8Z60TM1 (0-0,05)
096	Sol	(SOL)	S8Z80TM1 (0-0,05)
097	Sol	(SOL)	S8Z88TM1 (0-0,05)
098	Sol	(SOL)	S8Z88TM1 (0,05-0,4)
099	Sol	(SOL)	S8Z89TM1 (0-0,05)
100	Sol	(SOL)	S8Z97TM1 (0-0,05)
101	Sol	(SOL)	S8Z97TM1 (0,05-0,3)
102	Sol	(SOL)	S8Z111TM1 (0-0,05)
103	Sol	(SOL)	S9Z8TM1 (0-0,05)
104	Sol	(SOL)	S9Z12TM1 (0-0,05)
105	Sol	(SOL)	S9Z13TM1 (0-0,05)
106	Sol	(SOL)	S9Z13TM1 (0,05-0,4)
107	Sol	(SOL)	S9Z15TM1 (0-0,05)
108	Sol	(SOL)	S9Z15TM1 (0,05-0,5)
109	Sol	(SOL)	S9Z25TM1 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		TM1 (0-0,05)	TM2 (0-0,05)	TM3 (0-0,05)	chasse 1 (0-0,05)	"chasse 2 (0-0,05)	"chasse 3 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017
Date de début d'analyse :		09/11/2017	09/11/2017	09/11/2017	09/11/2017	09/11/2017	09/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 58.5	* 65.4	* 87.9	* 56.0	* 10.1	* 53.2
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 1070	* 142	* 507	* 121	* 58.6	* 43.1
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 59.8	* 6.11	* 12.4	* 2.37	* 2.39	* 2.16
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 35.4	* 34.7	* 12.4	* 34.8	* 31.2	* 31.2
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 42.9	* 24.6	* 63.4	* 28.8	* 32.8	* 25.2
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 27.9	* 26.7	* 13.9	* 28.4	* 31.1	* 26.2
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 24300	* 2370	* 11700	* 1500	* 771	* 602
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 2290	* 216	* 809	* 261	* 222	* 150
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 1.70	* 0.14	* 0.23	* <0.10	* 0.11	* <0.10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		007	008	009	010	011	012
Référence client :		"chasse 4 (0-0,05) SOL	"chasse 5 (0-0,05) SOL	"chasse 6 (0-0,05) SOL	"S1Z3TM1 (0-0,05) SOL	"S1Z3TM1 (0,05-0,3) SOL	"S1Z3TM2 (0-0,05) SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017
Date de début d'analyse :		09/11/2017	09/11/2017	09/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 17.7	* 9.11	* 41.9	* 9.73	* 54.1	* 48.7
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 58.8	* 46.9	* 9.94	* 7.22	* 7.22	* 7.00
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 1.04	* 1.78	* 0.41	* <0.40	* <0.40	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 27.0	* 21.4	* 11.0	* 13.7	* 14.4	* 12.5
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 31.8	* 26.6	* 17.0	* 21.0	* 19.3	* 26.1
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 22.2	* 20.7	* 14.2	* 20.2	* 18.5	* 19.2
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 635	* 504	* 105	* 18.2	* 22.8	* 18.2
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 184	* 194	* 126	* 50.4	* 50.3	* 47.5
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* <0.10	* 0.22	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		013	014	015	016	017	018
Référence client :		"S1Z3TM2 (0,05-0,35) SOL	S1Z5TM1 (0-0,05) SOL	S1Z5TM1 (0,05-0,3) SOL	S1Z5TM2 (0-0,05) SOL	S1Z5TM2 (0,05-0,35) SOL	S1Z9TM1 (0-0,05) SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		11/10/2017	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	22/09/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 60.1	* 11.1	* 37.5	* 48.2	* 76.1	* 22.2
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 7.06	* 5.99	* 7.45	* 6.02	* 6.90	* 4.11
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* <0.40	* <0.41	* <0.41	* <0.40	* <0.42	* 0.43
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 11.6	* 8.51	* 10.8	* 12.0	* 11.0	* 11.0
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 24.2	* 27.1	* 26.3	* 25.6	* 13.2	* 21.7
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 16.4	* 8.97	* 10.4	* 11.0	* 11.4	* 8.67
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 22.9	* 55.6	* 62.9	* 34.5	* 24.9	* 36.5
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 48.7	* 97.6	* 193	* 68.2	* 49.5	* 140
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* <0.10	* 0.28	* 0.27	* <0.10	* <0.10	* 0.76

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		019	020	021	022	023	024
Référence client :		S1Z9TM1 (0,05-0,25)	S2Z2TM1 (0-0,05)	S2Z2TM1 (0,05-0,2)	S2Z3TM1 (0-0,05)	S2Z3TM1 (0,05-0,25)	S2Z6TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		22/09/2017	25/09/2017	25/09/2017	25/09/2017	25/09/2017	25/09/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 33.4	* 15.0	* 33.9	* 23.3	* 29.0	* 30.6
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 5.10	* 6.87	* 9.44	* 7.58	* 8.04	* 7.05
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.58	* 0.55	* 0.72	* 0.74	* 0.77	* 1.08
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 14.2	* 17.2	* 19.7	* 25.0	* 28.9	* 23.2
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 24.4	* 30.6	* 56.8	* 42.9	* 41.5	* 93.0
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 9.66	* 9.91	* 13.2	* 13.3	* 14.0	* 18.3
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 65.8	* 130	* 195	* 170	* 122	* 217
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 202	* 353	* 446	* 215	* 237	* 687
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 13.3	* 0.33	* 0.73	* 0.11	* 0.16	* 0.34

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		025	026	027	028	029	030
Référence client :		S2Z6TM2 (0-0,05) SOL	S2Z8TM1 (0-0,05) SOL	S3Z1TM1 (0-0,05) SOL	S3Z1TM1 (0,05-0,25) SOL	S3Z1TM1 (0,25-0,45) SOL	S3Z2TM2 (0-0,05) SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		25/09/2017	25/09/2017	12/09/2017	12/09/2017	12/09/2017	13/09/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 26.2	* 24.4	* 36.8	* 46.4	* 29.3	* 20.1
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 12.4	* 8.60	* 12.1	* 12.2	* 12.0	* 22.3
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 1.19	* <0.40	* <0.40	* 0.50	* 0.53	* 0.98
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 30.6	* 20.9	* 22.6	* 25.2	* 23.7	* 13.9
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 83.5	* 35.6	* 53.3	* 46.7	* 43.1	* 83.0
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 18.3	* 19.2	* 19.7	* 22.0	* 21.2	* 10.7
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 223	* 40.7	* 136	* 111	* 99.0	* 398
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 501	* 120	* 225	* 167	* 142	* 500
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.48	* 0.23	* 0.35	* 0.35	* 0.36	* 0.50

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		031	032	033	034	035	036
Référence client :		S3Z2TM2 (0,05-0,3)	S3Z8TM1 (0-0,05)	S3Z8TM1 (0,05-0,5)	S3Z8TM1 (0,5-0,65)	S3Z8TM2 (0-0,05)	S3Z8TM2 (0,05-0,5)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017	13/09/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 28.9	* 17.4	* 27.2	* 10.7	* 13.7	* 5.91
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 47.8	* 30.6	* 36.3	* 26.7	* 25.4	* 24.4
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.98	* 1.48	* 1.08	* <0.41	* 1.47	* 0.83
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 13.4	* 28.1	* 26.3	* 20.9	* 44.8	* 27.6
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 139	* 103	* 101	* 51.2	* 131	* 97.9
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 11.7	* 19.7	* 20.9	* 17.7	* 21.8	* 17.5
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 817	* 908	* 818	* 411	* 557	* 503
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 553	* 1360	* 782	* 314	* 671	* 495
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.99	* 0.56	* 0.80	* 0.41	* 0.80	* 0.69

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		037	038	039	040	041	042
Référence client :		S3Z8TM2 (0,5-0,75)	S4Z9TM1 (0-0,05)	S4Z12TM1 (0-0,05)	S4Z13TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	S4Z21TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	S4Z25TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		13/09/2017	02/10/2017	05/10/2017	05/10/2017	05/10/2017	05/10/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	10/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 23.7	* 43.5	* 21.4	* 41.3	* 56.3	* 46.2
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 31.1	* 8.96	* 6.70	* 10.2	* 9.73	* 10.4
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.76	* 0.74	* 1.23	* <0.42	* 0.86	* 1.30
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 22.4	* 30.0	* 9.78	* 14.6	* 26.8	* 21.4
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 83.1	* 49.4	* 38.9	* 39.3	* 144	* 88.5
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 17.2	* 14.9	* 10.9	* 15.6	* 21.2	* 14.7
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 471	* 174	* 121	* 27.3	* 162	* 171
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 259	* 149	* 272	* 52.7	* 389	* 624
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.61	* 0.78	* <0.10	* 0.21	* 0.32	* 0.32

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		043		044		045		046		047		048	
Référence client :		S4Z43TM1 (0-0,05)		PA TMa (0-0,05)		PA TMa (0,05-0,4)		PA TMb (0-0,05)		PA TMb (0,05-0,4)		S5Z1TM1 (0-0,05)	
Matrice :		SOL		SOL		SOL		SOL		SOL		SOL	
Date de prélèvement :		06/10/2017		27/10/2017		27/10/2017		27/10/2017		27/10/2017		02/10/2017	
Date de début d'analyse :		07/11/2017		07/11/2017		07/11/2017		07/11/2017		07/11/2017		07/11/2017	
Préparation Physico-Chimique													
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	*	28.0	*	29.1	*	33.9	*	7.43	*	32.6	*	11.6
XXS06 : **Séchage à 40°C**		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
Métaux													
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	*	11.3	*	4.13	*	5.14	*	3.92	*	4.03	*	23.0
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	*	0.90	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	0.48
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	*	15.6	*	8.85	*	10.3	*	8.78	*	8.90	*	12.3
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	*	76.5	*	8.69	*	10.8	*	9.47	*	7.84	*	66.1
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	*	13.4	*	10.5	*	11.8	*	17.0	*	12.0	*	12.1
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	*	259	*	14.1	*	20.4	*	14.7	*	10.7	*	467
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	*	340	*	35.2	*	32.3	*	110	*	70.6	*	1040
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	*	1.09	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10	*	<0.10	*	0.91

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		049	050	051	052	053	054
Référence client :		S5Z7TM1 (0-0,05)	S5Z11TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	S5Z21TM1 (0-0,05)	S5Z29TM1 (0-0,05)	S5Z31TM1 (0-0,05)	"S5Z45TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		04/10/2017	06/10/2017	04/10/2017	04/10/2017	05/10/2017	04/10/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	10/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	10/11/2017	10/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 31.5	* 53.7	* 26.4	* 39.3	* 44.2	* 44.9
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 8.83	* 14.5	* 108	* 65.7	* 14.3	* 706
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* <0.42	* 0.54	* 2.35	* 1.54	* <0.40	* 6.22
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 13.7	* 31.9	* 16.8	* 27.4	* 18.1	* 28.0
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 33.6	* 37.0	* 111	* 118	* 35.8	* 97.6
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 13.4	* 11.7	* 11.7	* 18.4	* 16.6	* 17.7
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 70.0	* 554	* 517	* 456	* 165	* 3510
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 105	* 394	* 709	* 620	* 164	* 1420
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.34	* 0.25	* 0.46	* 0.37	* 0.37	* 1.02

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		055	056	057	058	059	060
Référence client :		S6Z3TM1 (0-0,05)	S6Z15TM1 (0-0,05)	S6Z26TM1 (0-0,05)	S6Z29TM1 (0-0,05)	S6Z29TM1 (0,05-0,15)	S6Z34TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		11/10/2017	11/10/2017	13/10/2017	13/10/2017	13/10/2017	13/10/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 42.3	* 60.2	* 69.7	* 47.0	* 53.7	* 24.3
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 47.2	* 11.1	* 22.6	* 42.9	* 56.4	* 16.4
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.83	* 0.77	* 0.50	* 1.29	* 1.21	* 0.61
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 18.3	* 28.5	* 14.4	* 35.5	* 31.6	* 8.45
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 58.2	* 135	* 7.64	* 36.0	* 24.7	* 16.6
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 13.5	* 17.9	* 12.0	* 25.4	* 25.6	* 6.82
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 144	* 113	* 151	* 396	* 445	* 212
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 166	* 264	* 70.9	* 186	* 161	* 66.5
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.16	* 0.44	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* 0.10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		061	062	063	064	065	066
Référence client :		S6Z34TM2 (0-0,05)	S6Z34TM2 (0,05-0,2)	S6Z38TM1 (0-0,05)	S6Z42TM1 (0-0,05)	S6Z46TM1 (0-0,05)	S6Z47TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		13/10/2017	13/10/2017	13/10/2017	13/10/2017	17/10/2017	17/10/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 15.6	* 28.2	* 33.0	* 21.8	* 41.3	* 23.5
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 9.53	* 9.55	* 7.90	* 7.71	* 11.0	* 23.9
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.50	* 0.51	* <0.40	* 0.44	* 0.60	* 1.57
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 22.0	* 18.8	* 18.9	* 16.4	* 23.4	* 37.8
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 60.6	* 50.1	* 42.9	* 37.4	* 29.6	* 411
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 15.8	* 14.1	* 16.5	* 12.6	* 14.6	* 23.3
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 99.0	* 85.5	* 71.8	* 70.1	* 98.9	* 475
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 169	* 146	* 273	* 168	* 304	* 877
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.28	* 0.21	* 0.33	* 0.18	* <0.10	* 0.27

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		067	068	069	070	071	072
Référence client :		S6Z47TM1 (0,05-0,3) SOL	S6Z49TM1 (0-0,05) SOL	S6Z58TM1 (0-0,05) SOL	S6Z77TM1 (0-0,05) SOL	S6Z77TM1 (0,05-0,3) SOL	S6Z95TM1 (0-0,05) SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017	17/10/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017	07/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 29.3	* 36.2	* 2.19	* 24.5	* 43.3	* 10.9
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 30.2	* 14.3	* 6.03	* 26.0	* 37.7	* 8.98
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 1.52	* 0.95	* 0.79	* 0.54	* 0.80	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 45.8	* 28.1	* 17.7	* 29.2	* 25.1	* 12.1
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 482	* 57.8	* 114	* 37.2	* 29.0	* 14.0
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 27.6	* 16.7	* 13.7	* 20.8	* 21.0	* 10.8
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 528	* 160	* 108	* 168	* 279	* 54.0
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 921	* 372	* 279	* 165	* 172	* 79.2
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.48	* 0.43	* <0.11	* 0.22	* 0.22	* <0.10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		073	074	075	076	077	078
Référence client :		S6Z96TM1 (0-0,05) SOL	S6Z105TM1 (0-0,05) SOL	S7Z5TM1 (0-0,05) SOL	S7Z5TM1 (0,05-0,3) SOL	S7Z17TM1 (0-0,05) SOL	S7Z17TM1 (0,05-0,25) SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		17/10/2017	17/10/2017	26/10/2017	26/10/2017	26/10/2017	26/10/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	07/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 35.8	* 21.4	* 12.8	* 19.5	* 6.88	* 16.9
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 6.95	* 8.64	* 8.39	* 9.80	* 8.08	* 5.92
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* <0.40	* 0.61	* <0.40	* 0.57	* <0.40	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 14.8	* 16.7	* 18.8	* 20.1	* 13.6	* 11.9
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 26.3	* 42.3	* 46.7	* 60.2	* 25.9	* 11.8
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 13.7	* 10.8	* 12.2	* 13.8	* 12.3	* 11.4
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 25.2	* 111	* 135	* 126	* 30.9	* 20.4
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 78.1	* 250	* 212	* 212	* 82.6	* 50.6
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* <0.10	* 0.28	* 0.39	* 0.50	* <0.10	* <0.10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		079	080	081	082	083	084
Référence client :		S7Z20TM1 (0-0,05)	S7Z20TM1 (0,05-0,5)	S7Z38TM1 (0-0,05)	S7Z54TM1 (0-0,05)	S7Z54TM1 (0,05-0,35)	S7Z62TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		26/10/2017	26/10/2017	26/10/2017	27/10/2017	27/10/2017	27/10/2017
Date de début d'analyse :		03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 15.7	* 8.58	* 13.1	* 17.3	* 28.6	* 19.5
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 8.04	* 9.09	* 6.27	* 6.01	* 8.03	* 4.51
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.52	* <0.40	* 0.63	* <0.41	* <0.40	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 16.1	* 17.4	* 23.3	* 12.0	* 12.9	* 20.5
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 47.5	* 48.2	* 350	* 30.6	* 32.8	* 17.2
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 13.1	* 14.8	* 12.1	* 12.6	* 13.5	* 6.47
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 116	* 121	* 98.3	* 44.0	* 79.3	* 42.6
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 190	* 200	* 202	* 99.1	* 150	* 60.8
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.26	* 0.48	* 0.31	* 0.21	* 0.36	* <0.10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		085	086	087	088	089	090
Référence client :		S7Z68TM2 (0-0,05)	S8Z3TM1 (0-0,05)	S8Z5TM1 (0-0,05)	S8Z6TM1 (0-0,05)	S8Z6TM1 (0,05-0,3)	S8Z16TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		27/10/2017	18/10/2017	18/10/2017	18/10/2017	18/10/2017	18/10/2017
Date de début d'analyse :		07/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 23.0	* 26.5	* 27.1	* 11.4	* 29.7	* 38.7
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 4.84	* 5.13	* 6.63	* 9.09	* 10.9	* 6.56
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.44	* <0.40	* 0.89	* <0.43	* 0.55	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 23.6	* 13.5	* 42.8	* 20.5	* 18.3	* 12.1
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 19.7	* 51.8	* 31.6	* 42.9	* 41.8	* 27.5
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 8.49	* 8.99	* 14.3	* 13.1	* 13.4	* 9.31
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 59.6	* 72.5	* 56.9	* 94.0	* 105	* 75.7
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 122	* 185	* 199	* 233	* 223	* 139
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.60	* <0.10	* <0.10	* 0.25	* 0.23	* 0.27

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		091	092	093	094	095	096
Référence client :		S8Z17TM1 (0-0,05) SOL	S8Z17TM1 (0,05-0,5) SOL	S8Z26TM1 (0-0,05) SOL	S8Z50TM1 (0-0,05) SOL	S8Z60TM1 (0-0,05) SOL	S8Z80TM1 (0-0,05) SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		18/10/2017	18/10/2017	18/10/2017	18/10/2017	18/10/2017	19/10/2017
Date de début d'analyse :		03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 29.0	* 15.8	* 20.1	* 17.8	* 16.1	* 13.6
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 7.98	* 9.68	* 6.92	* 6.03	* 9.14	* 11.0
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 0.58	* 0.54	* <0.41	* 0.66	* 0.82	* <0.42
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 16.4	* 18.5	* 17.1	* 22.8	* 30.6	* 26.2
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 42.6	* 36.0	* 37.5	* 116	* 89.8	* 63.9
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 12.7	* 15.1	* 16.6	* 13.5	* 15.8	* 15.8
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 92.7	* 108	* 41.5	* 98.8	* 214	* 155
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 197	* 170	* 85.2	* 276	* 532	* 331
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.25	* 0.33	* 0.18	* 0.23	* 0.53	* 0.79

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		097	098	099	100	101	102
Référence client :		S8Z88TM1 (0-0,05)	S8Z88TM1 (0,05-0,4)	S8Z89TM1 (0-0,05)	S8Z97TM1 (0-0,05)	S8Z97TM1 (0,05-0,3)	S8Z111TM1 (0-0,05)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		19/10/2017	19/10/2017	19/10/2017	19/10/2017	19/10/2017	20/10/2017
Date de début d'analyse :		03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 26.1	* 20.9	* 30.8	* 12.3	* 31.9	* 10.2
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 8.60	* 10.2	* 18.3	* 8.36	* 9.92	* 13.6
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* 1.11	* 1.25	* 1.51	* 0.72	* <0.40	* 1.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 20.8	* 22.4	* 22.6	* 22.3	* 22.0	* 23.6
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 104	* 97.5	* 110	* 61.9	* 40.1	* 147
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 12.6	* 13.7	* 12.7	* 14.0	* 14.1	* 15.0
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 152	* 193	* 416	* 151	* 170	* 303
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 482	* 551	* 866	* 475	* 531	* 805
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.88	* 1.13	* 2.29	* 0.37	* 0.47	* 0.66

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon		103	104	105	106	107	108
Référence client :		S9Z8TM1 (0-0,05)	S9Z12TM1 (0-0,05)	S9Z13TM1 (0-0,05)	S9Z13TM1 (0,05-0,4)	S9Z15TM1 (0-0,05)	S9Z15TM1 (0,05-0,5)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		20/10/2017	20/10/2017	20/10/2017	20/10/2017	20/10/2017	20/10/2017
Date de début d'analyse :		03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017	03/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 16.5	* 13.3	* 26.9	* 20.4	* 27.3	* 22.6
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 5.16	* 8.76	* 7.91	* 7.44	* 11.9	* 12.3
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* <0.40	* <0.40	* 0.52	* <0.40	* 0.92	* 0.59
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 13.0	* 16.5	* 15.4	* 12.5	* 32.0	* 35.0
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 17.3	* 40.3	* 39.4	* 26.6	* 107	* 96.3
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 12.8	* 15.6	* 12.3	* 9.25	* 18.3	* 17.4
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 34.5	* 53.8	* 97.3	* 61.9	* 161	* 161
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 95.1	* 105	* 221	* 112	* 377	* 402
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* 0.20	* 0.14	* 0.43	* 0.58	* 0.58	* 0.73

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

N° Echantillon			**109**
Référence client :			**S9Z25TM1 (0-0,05)**
Matrice :			**SOL**
Date de prélèvement :			20/10/2017
Date de début d'analyse :			07/11/2017
Préparation Physico-Chimique			
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	*	2.86
XXS06 : **Séchage à 40°C**		*	-
Métaux			
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		*	-
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	*	5.72
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	*	<0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	*	10.9
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	*	32.4
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	*	10.7
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	*	61.3
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	*	223
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	*	<0.10

D : détecté / ND : non détecté

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 28 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E102294

Version du : 14/11/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Date de réception : 03/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017



Gilles Lacroix

Coordinateur Projets Clients

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 17E102294

N° de rapport d'analyse :AR-17-LK-127536-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-285007

Nom projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence commande : 17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg MS	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg MS	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg MS	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg MS	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg MS	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg MS	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg MS	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Adaptée de NF ISO 16772 (Boue, Sédiments)	0.1	mg/kg MS	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Gravimétrie - NF ISO 11464	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 17E102294

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-285007

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence commande :
17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

Sol

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E102294-001	TM1 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-002	TM2 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-003	TM3 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-004	chasse 1 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-005	"chasse 2 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-006	"chasse 3 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-007	"chasse 4 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-008	"chasse 5 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-009	"chasse 6 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-010	"S1Z3TM1 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-011	"S1Z3TM1 (0,05-0,3)	11/10/2017		
17E102294-012	"S1Z3TM2 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-013	"S1Z3TM2 (0,05-0,35)	11/10/2017		
17E102294-014	S1Z5TM1 (0-0,05)	13/09/2017		
17E102294-015	S1Z5TM1 (0,05-0,3)	13/09/2017		
17E102294-016	S1Z5TM2 (0-0,05)	13/09/2017		
17E102294-017	S1Z5TM2 (0,05-0,35)	13/09/2017		
17E102294-018	S1Z9TM1 (0-0,05)	22/09/2017		
17E102294-019	S1Z9TM1 (0,05-0,25)	22/09/2017		
17E102294-020	S2Z2TM1 (0-0,05)	25/09/2017		
17E102294-021	S2Z2TM1 (0,05-0,2)	25/09/2017		
17E102294-022	S2Z3TM1 (0-0,05)	25/09/2017		
17E102294-023	S2Z3TM1 (0,05-0,25)	25/09/2017		
17E102294-024	S2Z6TM1 (0-0,05)	25/09/2017		
17E102294-025	S2Z6TM2 (0-0,05)	25/09/2017		
17E102294-026	S2Z8TM1 (0-0,05)	25/09/2017		
17E102294-027	S3Z1TM1 (0-0,05)	12/09/2017		
17E102294-028	S3Z1TM1 (0,05-0,25)	12/09/2017		
17E102294-029	S3Z1TM1 (0,25-0,45)	12/09/2017		
17E102294-030	S3Z2TM2 (0-0,05)	13/09/2017		
17E102294-031	S3Z2TM2 (0,05-0,3)	13/09/2017		
17E102294-032	S3Z8TM1 (0-0,05)	13/09/2017		
17E102294-033	S3Z8TM1 (0,05-0,5)	13/09/2017		
17E102294-034	S3Z8TM1 (0,5-0,65)	13/09/2017		
17E102294-035	S3Z8TM2 (0-0,05)	13/09/2017		
17E102294-036	S3Z8TM2 (0,05-0,5)	13/09/2017		
17E102294-037	S3Z8TM2 (0,5-0,75)	13/09/2017		
17E102294-038	S4Z9TM1 (0-0,05)	02/10/2017		
17E102294-039	S4Z12TM1 (0-0,05)	05/10/2017		
17E102294-040	S4Z13TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	05/10/2017		
17E102294-041	S4Z21TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	05/10/2017		
17E102294-042	S4Z25TM1 (0-0,05)	05/10/2017		
17E102294-043	S4Z43TM1 (0-0,05)	06/10/2017		
17E102294-044	PA TMa (0-0,05)	27/10/2017		

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 17E102294

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-285007

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence commande :
17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

Sol

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E102294-045	PA TMa (0,05-0,4)	27/10/2017		
17E102294-046	PA TMb (0-0,05)	27/10/2017		
17E102294-047	PA TMb (0,05-0,4)	27/10/2017		
17E102294-048	S5Z1TM1 (0-0,05)	02/10/2017		
17E102294-049	S5Z7TM1 (0-0,05)	04/10/2017		
17E102294-050	S5Z11TM1 (0-0,05) (2 pots verre)	06/10/2017		
17E102294-051	S5Z21TM1 (0-0,05)	04/10/2017		
17E102294-052	S5Z29TM1 (0-0,05)	04/10/2017		
17E102294-053	S5Z31TM1 (0-0,05)	05/10/2017		
17E102294-054	"S5Z45TM1 (0-0,05)	04/10/2017		
17E102294-055	S6Z3TM1 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-056	S6Z15TM1 (0-0,05)	11/10/2017		
17E102294-057	S6Z26TM1 (0-0,05)	13/10/2017		
17E102294-058	S6Z29TM1 (0-0,05)	13/10/2017		
17E102294-059	S6Z29TM1 (0,05-0,15)	13/10/2017		
17E102294-060	S6Z34TM1 (0-0,05)	13/10/2017		
17E102294-061	S6Z34TM2 (0-0,05)	13/10/2017		
17E102294-062	S6Z34TM2 (0,05-0,2)	13/10/2017		
17E102294-063	S6Z38TM1 (0-0,05)	13/10/2017		
17E102294-064	S6Z42TM1 (0-0,05)	13/10/2017		
17E102294-065	S6Z46TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-066	S6Z47TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-067	S6Z47TM1 (0,05-0,3)	17/10/2017		
17E102294-068	S6Z49TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-069	S6Z58TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-070	S6Z77TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-071	S6Z77TM1 (0,05-0,3)	17/10/2017		
17E102294-072	S6Z95TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-073	S6Z96TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-074	S6Z105TM1 (0-0,05)	17/10/2017		
17E102294-075	S7Z5TM1 (0-0,05)	26/10/2017		
17E102294-076	S7Z5TM1 (0,05-0,3)	26/10/2017		
17E102294-077	S7Z17TM1 (0-0,05)	26/10/2017		
17E102294-078	S7Z17TM1 (0,05-0,25)	26/10/2017		
17E102294-079	S7Z20TM1 (0-0,05)	26/10/2017		
17E102294-080	S7Z20TM1 (0,05-0,5)	26/10/2017		
17E102294-081	S7Z38TM1 (0-0,05)	26/10/2017		
17E102294-082	S7Z54TM1 (0-0,05)	27/10/2017		
17E102294-083	S7Z54TM1 (0,05-0,35)	27/10/2017		
17E102294-084	S7Z62TM1 (0-0,05)	27/10/2017		
17E102294-085	S7Z68TM2 (0-0,05)	27/10/2017		
17E102294-086	S8Z3TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-087	S8Z5TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-088	S8Z6TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-089	S8Z6TM1 (0,05-0,3)	18/10/2017		

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 17E102294

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-127536-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-285007

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence commande :
17LES038Aa_IEM_BC_SOL_MOK_1017

Sol

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E102294-090	S8Z16TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-091	S8Z17TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-092	S8Z17TM1 (0,05-0,5)	18/10/2017		
17E102294-093	S8Z26TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-094	S8Z50TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-095	S8Z60TM1 (0-0,05)	18/10/2017		
17E102294-096	S8Z80TM1 (0-0,05)	19/10/2017		
17E102294-097	S8Z88TM1 (0-0,05)	19/10/2017		
17E102294-098	S8Z88TM1 (0,05-0,4)	19/10/2017		
17E102294-099	S8Z89TM1 (0-0,05)	19/10/2017		
17E102294-100	S8Z97TM1 (0-0,05)	19/10/2017		
17E102294-101	S8Z97TM1 (0,05-0,3)	19/10/2017		
17E102294-102	S8Z111TM1 (0-0,05)	20/10/2017		
17E102294-103	S9Z8TM1 (0-0,05)	20/10/2017		
17E102294-104	S9Z12TM1 (0-0,05)	20/10/2017		
17E102294-105	S9Z13TM1 (0-0,05)	20/10/2017		
17E102294-106	S9Z13TM1 (0,05-0,4)	20/10/2017		
17E102294-107	S9Z15TM1 (0-0,05)	20/10/2017		
17E102294-108	S9Z15TM1 (0,05-0,5)	20/10/2017		
17E102294-109	S9Z25TM1 (0-0,05)	20/10/2017		

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marine BONNEAU
59 Avenue André Roussin
13016 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	S3Z20 TM1 0-0,05
002	Sol	(SOL)	S3Z20 TM1 0,05-0,25
003	Sol	(SOL)	S3Z21 TM1 0-0,05
004	Sol	(SOL)	S3Z21 TM1 0,05-0,25
005	Sol	(SOL)	S3Z21 TM2 0-0,05
006	Sol	(SOL)	S3Z21 TM2 0,05-0,25
007	Sol	(SOL)	S3Z17 TM1 0-0,05
008	Sol	(SOL)	S3Z17 TM1 0,05-0,25
009	Sol	(SOL)	S3Z28 TM1 0-0,05
010	Sol	(SOL)	S3Z28 TM1 0,05-0,5
011	Sol	(SOL)	S3Z28 TM1 0,5-0,7
012	Sol	(SOL)	S3Z28 TM2 0-0,05
013	Sol	(SOL)	S3Z28 TM2 0,05-0,4
014	Sol	(SOL)	S3Z29 TM1 0-0,05
015	Sol	(SOL)	S3Z29 TM1 0,05-0,25
016	Sol	(SOL)	S1Z13 TM1 0,01-0,07
017	Sol	(SOL)	S1Z14 TM1 0-0,05
018	Sol	(SOL)	S1Z14 TM1 0,05-0,25
019	Sol	(SOL)	S1Z15 TM1 0-0,05
020	Sol	(SOL)	S1Z21 TM1 0-0,05
021	Sol	(SOL)	S1Z21 TM1 0,05-0,25
022	Sol	(SOL)	S1Z21 TM2 0-0,05
023	Sol	(SOL)	S1Z21 TM2 0,05-0,21
024	Sol	(SOL)	S1Z21 TM2 0,21-0,26
025	Sol	(SOL)	S1Z21 TM3 0-0,05
026	Sol	(SOL)	S1Z21 TM3 0,05-0,2
027	Sol	(SOL)	S1Z18 TM1 0-0,05
028	Sol	(SOL)	S1Z18 TM1 0,05-0,25
029	Sol	(SOL)	S1Z18TM2 0-0,05
030	Sol	(SOL)	S1Z18TM2 0,05-0,2
031	Sol	(SOL)	S6Z16 TM1 0-0,05
032	Sol	(SOL)	S6Z16 TM1 0,05-0,16
033	Sol	(SOL)	S6Z12 TM1 0-0,05
034	Sol	(SOL)	S6Z12 TM1 0,05-0,3
035	Sol	(SOL)	S6Z12 TM2 0-0,05
036	Sol	(SOL)	S6Z12 TM2 0,05-0,22

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

N° Echantillon		001		002		003		004		005		006	
Référence client :		S3Z20 TM1 0-0,05		S3Z20 TM1 0,05-0,25		S3Z21 TM1 0-0,05		S3Z21 TM1 0,05-0,25		S3Z21 TM2 0-0,05		S3Z21 TM2 0,05-0,25	
Matrice :		SOL		SOL		SOL		SOL		SOL		SOL	
Date de prélèvement :		03/09/2018		03/09/2018		03/09/2018		03/09/2018		03/09/2018		03/09/2018	
Date de début d'analyse :		28/09/2018		28/09/2018		28/09/2018		28/09/2018		28/09/2018		28/09/2018	
Préparation Physico-Chimique													
XXS06 : **Séchage à 40°C**		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS896 : **Matière sèche**	% P.B.	*	95.3	*	85.5	*	95.7	*	87.0	*	91.4	*	81.8
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	*	26.3	*	44.2	*	22.7	*	35.0	*	53.2	*	43.1
Indices de pollution													
LS910 : **Cyanures aisément libérables (= Cyanures libres)**	mg/kg M.S.		<0.5		<0.5		<0.5		<0.5		<0.5		<0.5
LS917 : **Cyanures totaux**	mg/kg M.S.	*	<0.5	*	<0.5	*	<0.5	*	<0.5	*	<0.5	*	<0.5
Métaux													
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	*	8.40	*	10.1	*	11.2	*	12.2	*	6.99	*	6.40
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	*	0.76	*	0.89	*	1.05	*	1.16	*	1.23	*	0.95
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	*	17.6	*	19.7	*	18.5	*	19.0	*	19.0	*	13.9
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	*	33.1	*	40.2	*	93.8	*	172	*	42.5	*	23.6
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	*	16.4	*	18.7	*	16.6	*	15.6	*	17.1	*	15.4
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	*	96.8	*	93.2	*	273	*	330	*	167	*	96.1
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	*	313	*	334	*	524	*	550	*	795	*	512
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	*	0.43	*	0.41	*	0.23	*	0.29	*	0.25	*	0.12

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

N° Echantillon		007	008	009	010	011	012
Référence client :		S3Z17 TM1 0-0,05	S3Z17 TM1 0,05-0,25	S3Z28 TM1 0-0,05	S3Z28 TM1 0,05-0,5	S3Z28 TM1 0,5-0,7	S3Z28 TM2 0-0,05
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		03/09/2018	03/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018
Date de début d'analyse :		28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS896 : **Matière sèche**	% P.B.	* 95.0	* 83.5	* 95.0	* 92.6	* 92.6	* 90.1
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 10.3	* 36.8	* 7.99	* 27.9	* 14.0	* 25.2
Indices de pollution							
LS910 : **Cyanures aisément libérables (= Cyanures libres)**	mg/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
LS917 : **Cyanures totaux**	mg/kg M.S.	* <0.5	* <0.5	* 1.5	* 1.1	* <0.5	* 1.1
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 10.8	* 12.3	* 25.2	* 26.1	* 27.6	* 15.4
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 1.21	* 1.24	* 2.83	* 2.13	* 1.09	* 1.37
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 22.7	* 21.9	* 30.5	* 28.6	* 24.1	* 22.3
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 71.8	* 57.8	* 183	* 148	* 81.7	* 90.2
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 17.0	* 16.4	* 22.1	* 22.6	* 22.7	* 20.1
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 989	* 1790	* 1340	* 1080	* 611	* 390
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 691	* 1190	* 3080	* 2190	* 687	* 715
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.38	* 0.34	* 1.89	* 2.09	* 1.08	* 1.42

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

N° Echantillon		013	014	015	016	017	018
Référence client :		S3Z28 TM2 0,05-0,4	S3Z29 TM1 0-0,05	S3Z29 TM1 0,05-0,25	S1Z13 TM1 0,01-0,07	S1Z14 TM1 0-0,05	S1Z14 TM1 0,05-0,25
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018
Date de début d'analyse :		28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS896 : **Matière sèche**	% P.B.	* 81.9	* 96.3	* 96.5	* 79.5	* 92.0	* 88.1
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 22.7	* 8.17	* 43.0	* 28.5	* 26.8	* 100
Indices de pollution							
LS910 : **Cyanures aisément libérables (= Cyanures libres)**	mg/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
LS917 : **Cyanures totaux**	mg/kg M.S.	* <0.5	* <0.5	* <0.5	* 1.1	* <0.5	* 0.6
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 17.6	* 18.6	* 17.0	* 14.4	* 4.98	* 6.18
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 1.22	* 1.29	* 1.74	* 1.20	* 0.69	* 0.83
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 23.3	* 15.8	* 17.8	* 22.7	* 12.8	* 18.5
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 99.1	* 100	* 121	* 98.8	* 55.5	* 66.0
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 21.6	* 15.1	* 16.1	* 18.7	* 13.8	* 12.5
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 430	* 809	* 1910	* 246	* 101	* 138
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 674	* 557	* 624	* 675	* 587	* 630
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 1.46	* 0.23	* 0.25	* 0.49	* 1.75	* 2.39

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

N° Echantillon		019	020	021	022	023	024
Référence client :		S1Z15 TM1 0-0,05 SOL	S1Z21 TM1 0-0,05 SOL	S1Z21 TM1 0,05-0,25 SOL	S1Z21 TM2 0-0,05 SOL	S1Z21 TM2 0,05-0,21 SOL	S1Z21 TM2 0,21-0,26 SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018	04/09/2018
Date de début d'analyse :		27/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018
Administratif							
LS0IR : **Mise en réserve de l'échantillon (en option)**							
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**			* -	* -	* -	* -	* -
LS896 : **Matière sèche**	% P.B.		* 86.3	* 86.6	* 88.1	* 78.6	* 89.1
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.		* 33.7	* 39.3	* 27.2	* 30.6	* 10.4
Indices de pollution							
LS910 : **Cyanures aisément libérables (= Cyanures libres)**	mg/kg M.S.		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
LS917 : **Cyanures totaux**	mg/kg M.S.		* <0.5	* <0.5	* 0.6	* 0.5	* <0.5
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**			* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.		* 10.2	* 8.71	* 11.0	* 13.4	* 11.5
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.		* 1.26	* 1.00	* 1.02	* 0.93	* 1.00
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.		* 20.9	* 19.5	* 17.0	* 16.2	* 18.2
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.		* 45.9	* 34.9	* 61.2	* 67.7	* 58.3
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.		* 15.6	* 14.4	* 14.6	* 15.3	* 15.3
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.		* 126	* 86.1	* 157	* 146	* 220
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.		* 313	* 238	* 353	* 351	* 423
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.		* 0.60	* 0.51	* 0.95	* 0.93	* 0.89

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

N° Echantillon		025	026	027	028	029	030
Référence client :		S1Z21 TM3 0-0,05	S1Z21 TM3 0,05-0,2	S1Z18 TM1 0-0,05	S1Z18 TM1 0,05-0,25	S1Z18TM2 0-0,05	S1Z18TM2 0,05-0,2
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		04/09/2018	04/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018
Date de début d'analyse :		28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS896 : **Matière sèche**	% P.B.	* 97.8	* 97.9	* 94.5	* 91.5	* 96.1	* 84.3
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 4.95	* 9.21	* 41.8	* 28.7	* 10.3	* 9.21
Indices de pollution							
LS910 : **Cyanures aisément libérables (= Cyanures libres)**	mg/kg M.S.	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
LS917 : **Cyanures totaux**	mg/kg M.S.	* 0.6	* <0.5	* <0.5	* <0.5	* <0.5	* <0.5
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 7.21	* 8.00	* 6.70	* 6.51	* 6.23	* 7.66
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 0.60	* 0.60	* 0.52	* <0.40	* 0.44	* 0.47
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 12.2	* 13.3	* 19.4	* 14.7	* 17.5	* 17.9
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 40.3	* 32.4	* 34.8	* 22.9	* 34.3	* 30.0
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 12.2	* 12.8	* 16.7	* 13.4	* 14.9	* 16.6
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 127	* 102	* 62.6	* 50.7	* 54.6	* 58.6
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 158	* 144	* 137	* 59.2	* 110	* 80.9
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.34	* 0.28	* 0.31	* 0.30	* 0.30	* 0.56

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

N° Echantillon		031	032	033	034	035	036
Référence client :		S6Z16 TM1 0-0,05	S6Z16 TM1 0,05-0,16	S6Z12 TM1 0-0,05	S6Z12 TM1 0,05-0,3	S6Z12 TM2 0-0,05	S6Z12 TM2 0,05-0,22
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018	05/09/2018
Date de début d'analyse :		28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018	28/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 12.9	* 34.1	* 34.0	* 32.0	* 13.3	* 34.6
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 32.9	* 31.7	* 11.6	* 11.3	* 13.9	* 17.8
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 1.66	* 1.55	* 0.57	* 0.55	* 0.83	* 0.84
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 21.7	* 22.3	* 14.2	* 13.9	* 19.2	* 21.4
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 65.5	* 62.9	* 33.5	* 31.8	* 37.5	* 34.2
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 16.7	* 16.6	* 16.8	* 17.3	* 18.0	* 19.6
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 475	* 412	* 72.0	* 58.7	* 161	* 186
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 440	* 509	* 169	* 160	* 334	* 259
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.26	* 0.29	* 0.12	* 0.12	* 0.18	* 0.24

D : détecté / ND : non détecté

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E111495

Version du : 04/10/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Date de réception : 27/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM
Référence Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 11 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



Gilles Lacroix
Coordinateur Projets Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 18E111495

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-141471-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-391560

Nom projet : 17LES038Aa - Transects callanques

Référence commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS0IR	Mise en réserve de l'échantillon (en option)				Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg M.S.	
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg M.S.	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	% P.B.	
LS910	Cyanures aisément libérables (= Cyanures libres)	Flux continu [Extraction basique et dosage par flux continu] - NF EN ISO 17380 + NF EN ISO 14403-2 (adaptée en BO	0.5	mg/kg M.S.	
LS917	Cyanures totaux	Spectroscopie (FIA) [Extraction basique et dosage par flux continu] - NF EN ISO 17380 + NF EN ISO 14403-2 (adaptée en BO	0.5	mg/kg M.S.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol) (Le laboratoire travaillera sur			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol) (Le laboratoire travaillera sur	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E111495

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-141471-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-391560

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

Référence commande : 17LES038Aa - COMPL IEM

Sol

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E111495-001	S3Z20 TM1 0-0,05	03/09/2018 14:50:00	V05BU4477	374mL verre (sol)
18E111495-002	S3Z20 TM1 0,05-0,25	03/09/2018 14:50:00	V05BU4475	374mL verre (sol)
18E111495-003	S3Z21 TM1 0-0,05	03/09/2018 15:11:00	V05BU4472	374mL verre (sol)
18E111495-004	S3Z21 TM1 0,05-0,25	03/09/2018 15:11:00	V05BU4473	374mL verre (sol)
18E111495-005	S3Z21 TM2 0-0,05	03/09/2018 15:38:00	V05BU4484	374mL verre (sol)
18E111495-006	S3Z21 TM2 0,05-0,25	03/09/2018 15:38:00	V05BU4476	374mL verre (sol)
18E111495-007	S3Z17 TM1 0-0,05	03/09/2018 17:15:00	V05BU4298	374mL verre (sol)
18E111495-008	S3Z17 TM1 0,05-0,25	03/09/2018 17:15:00	V05BU4479	374mL verre (sol)
18E111495-009	S3Z28 TM1 0-0,05	04/09/2018 09:00:00	V05BU4303	374mL verre (sol)
18E111495-010	S3Z28 TM1 0,05-0,5	04/09/2018 09:00:00	V05BU4474	374mL verre (sol)
18E111495-011	S3Z28 TM1 0,5-0,7	04/09/2018 09:00:00	V05BU4481	374mL verre (sol)
18E111495-012	S3Z28 TM2 0-0,05	04/09/2018 09:30:00	V05BU4288	374mL verre (sol)
18E111495-013	S3Z28 TM2 0,05-0,4	04/09/2018 09:30:00	V05BU4482	374mL verre (sol)
18E111495-014	S3Z29 TM1 0-0,05	04/09/2018 10:21:00	V05BU4478	374mL verre (sol)
18E111495-015	S3Z29 TM1 0,05-0,25	04/09/2018 10:21:00	V05BU4486	374mL verre (sol)
18E111495-016	S1Z13 TM1 0,01-0,07	04/09/2018 11:08:00	V05BW0219	374mL verre (sol)
18E111495-017	S1Z14 TM1 0-0,05	04/09/2018 11:48:00	V05BW0220	374mL verre (sol)
18E111495-018	S1Z14 TM1 0,05-0,25	04/09/2018 11:48:00	V05BW0223	374mL verre (sol)
18E111495-019	S1Z15 TM1 0-0,05	04/09/2018 14:00:00	V05BW0213	374mL verre (sol)
18E111495-020	S1Z21 TM1 0-0,05	04/09/2018 16:30:00	V05BW0209	374mL verre (sol)
18E111495-021	S1Z21 TM1 0,05-0,25	04/09/2018 16:30:00	V05BU4468	374mL verre (sol)
18E111495-022	S1Z21 TM2 0-0,05	04/09/2018 16:42:00	V05BW0210	374mL verre (sol)
18E111495-023	S1Z21 TM2 0,05-0,21	04/09/2018 16:42:00	V05BU4292	374mL verre (sol)
18E111495-024	S1Z21 TM2 0,21-0,26	04/09/2018 16:42:00	V05BU4480	374mL verre (sol)
18E111495-025	S1Z21 TM3 0-0,05	04/09/2018 17:11:00	V05BW0224	374mL verre (sol)
18E111495-026	S1Z21 TM3 0,05-0,2	04/09/2018 17:11:00	V05BW0218	374mL verre (sol)
18E111495-027	S1Z18 TM1 0-0,05	05/09/2018 09:23:00	V05BW0233	374mL verre (sol)
18E111495-028	S1Z18 TM1 0,05-0,25	05/09/2018 09:23:00	V05BW0232	374mL verre (sol)
18E111495-029	S1Z18TM2 0-0,05	05/09/2018 09:40:00	V05BW0227	374mL verre (sol)
18E111495-030	S1Z18TM2 0,05-0,2	05/09/2018 09:40:00	V05BW0238	374mL verre (sol)
18E111495-031	S6Z16 TM1 0-0,05	05/09/2018 10:35:00	V05BW0242	374mL verre (sol)
18E111495-032	S6Z16 TM1 0,05-0,16	05/09/2018 10:35:00	V05BW0214	374mL verre (sol)
18E111495-033	S6Z12 TM1 0-0,05	05/09/2018 10:58:00	V05BW0243	374mL verre (sol)
18E111495-034	S6Z12 TM1 0,05-0,3	05/09/2018 10:58:00	V05BW0215	374mL verre (sol)
18E111495-035	S6Z12 TM2 0-0,05	05/09/2018 11:03:00	V05BW0237	374mL verre (sol)
18E111495-036	S6Z12 TM2 0,05-0,22	05/09/2018 11:03:00	V05BW0228	374mL verre (sol)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marine BONNEAU
59 Avenue André Roussin
13016 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E143565

Version du : 07/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-181625-01

Date de réception : 04/12/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018
Référence Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	S6Z111 TM1 0-0,05
002	Sol	(SOL)	S6Z111 TM1 0,05-0,3
003	Sol	(SOL)	S6Z111 TM1 0,3-0,4
004	Sol	(SOL)	S6Z111 TM2 0-0,05
005	Sol	(SOL)	S6Z111 TM2 0,05-0,25
006	Sol	(SOL)	S6Z111 TM3 0-0,05
007	Sol	(SOL)	S6Z111 TM3 0,05-0,25
008	Sol	(SOL)	S6Z114 TM1 0-0,05
009	Sol	(SOL)	S6Z114 TM1 0,05-0,2
010	Sol	(SOL)	S6Z114 TM2 0-0,05
011	Sol	(SOL)	S6Z114 TM2 0,05-0,25
012	Sol	(SOL)	S6Z114 TM2 0,25-0,5

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E143565

Version du : 07/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-181625-01

Date de réception : 04/12/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018
Référence Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		S6Z111 TM1 0-0,05	S6Z111 TM1 0,05-0,3	S6Z111 TM1 0,3-0,4	S6Z111 TM2 0-0,05	S6Z111 TM2 0,05-0,25	S6Z111 TM3 0-0,05
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :		28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018
Date de début d'analyse :		04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 8.14	* 9.29	* 23.1	* 19.4	* 11.1	* 10.8
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 8.29	* 7.88	* 34.5	* 7.36	* 7.78	* 11.5
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 24.1	* 15.8	* 12.6	* 11.7	* 11.0	* 11.2
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 16.0	* 10.3	* 9.34	* 20.6	* 21.3	* 13.2
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 14.7	* 13.3	* 10.4	* 11.2	* 10.8	* 9.94
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 43.0	* 31.5	* 67.8	* 48.2	* 177	* 76.8
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 51.1	* 31.3	* 31.6	* 59.3	* 65.4	* 44.1
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.13	* <0.10	* <0.10	* 0.14	* <0.10	* <0.10

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E143565

Version du : 07/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-181625-01

Date de réception : 04/12/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018
Référence Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018

N° Echantillon		007	008	009	010	011	012
Référence client :		S6Z111 TM3 0,05-0,25 SOL	S6Z114 TM1 0-0,05 SOL	S6Z114 TM1 0,05-0,2 SOL	S6Z114 TM2 0-0,05 SOL	S6Z114 TM2 0,05-0,25 SOL	S6Z114 TM2 0,25-0,5 SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :		28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	28/11/2018
Date de début d'analyse :		04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018	04/12/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 9.63	* 20.0	* 14.6	* 13.8	* 16.7	* 10.6
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 11.7	* 9.36	* 10.6	* 28.6	* 32.4	* 8.22
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* <0.40	* 0.40	* 0.54	* 0.48	* <0.40	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 9.82	* 16.3	* 20.2	* 14.5	* 13.3	* 12.8
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 9.63	* 28.8	* 36.5	* 22.9	* 20.9	* 9.28
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 10.1	* 12.4	* 13.5	* 15.5	* 15.2	* 13.6
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 64.1	* 153	* 171	* 241	* 235	* 36.7
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 35.3	* 266	* 398	* 99.4	* 77.1	* 24.6
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* <0.10	* <0.10	* 0.99	* <0.10	* 0.19	* 0.11

D : détecté / ND : non détecté

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E143565

Version du : 07/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-181625-01

Date de réception : 04/12/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018
Référence Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

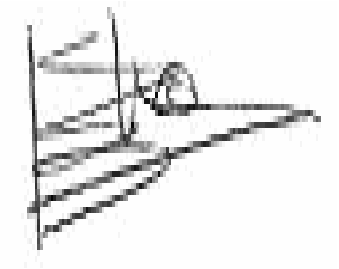
Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



Caroline Gavalet-Eber
Coordinateur Projets Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 18E143565

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-181625-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-414238

Nom projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C

Référence commande : 17LES038Aa - 28/11/2018

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg M.S.	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg M.S.	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol)			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol)	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E143565

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-181625-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-414238

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa - Parcelles A et C
17LES038Aa - Parcelles A et C
Nom Commande : 17LES038Aa - 28/11/2018

Référence commande : 17LES038Aa - 28/11/2018

Sol

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E143565-001	S6Z111 TM1 0-0,05	28/11/2018 10:00:00	AG2429086E	Flaconnage non reconnu
18E143565-002	S6Z111 TM1 0,05-0,3	28/11/2018 10:00:00	AG2429088G	Flaconnage non reconnu
18E143565-003	S6Z111 TM1 0,3-0,4	28/11/2018 10:00:00	AG2429074B	Flaconnage non reconnu
18E143565-004	S6Z111 TM2 0-0,05	28/11/2018 10:00:00	AG2429076D	Flaconnage non reconnu
18E143565-005	S6Z111 TM2 0,05-0,25	28/11/2018 10:00:00	AG2429083B	Flaconnage non reconnu
18E143565-006	S6Z111 TM3 0-0,05	28/11/2018 10:00:00	AG24290819	Flaconnage non reconnu
18E143565-007	S6Z111 TM3 0,05-0,25	28/11/2018 10:00:00	AG2429087F	Flaconnage non reconnu
18E143565-008	S6Z114 TM1 0-0,05	28/11/2018 10:00:00	AG24290909	Flaconnage non reconnu
18E143565-009	S6Z114 TM1 0,05-0,2	28/11/2018 10:00:00	AG2429077E	Flaconnage non reconnu
18E143565-010	S6Z114 TM2 0-0,05	28/11/2018 10:00:00	AG2429089H	Flaconnage non reconnu
18E143565-011	S6Z114 TM2 0,05-0,25	28/11/2018 10:00:00	AG24290808	Flaconnage non reconnu
18E143565-012	S6Z114 TM2 0,25-0,5	28/11/2018 10:00:00	AG2429079G	Flaconnage non reconnu

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marie-Odile KHIAT-PAUL
Bât Le Fontenay – Business Center
63, rue André Bollier
69307 LYON 7EME ARRONDISSEMENT

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E105294 Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01 Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E105294

Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01

Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	Zsc1
002	Sol	(SOL)	Zsc2
003	Sol	(SOL)	Zsc3
004	Sol	(SOL)	Zsc4
005	Sol	(SOL)	Zsc5
006	Sol	(SOL)	Zsc6
007	Sol	(SOL)	Zsc7
008	Sol	(SOL)	Zsc8
009	Sol	(SOL)	Zsc9
010	Sol	(SOL)	Zsc10
011	Sol	(SOL)	Zsc11
012	Sol	(SOL)	Zsc12
013	Sol	(SOL)	Chasse1bis
014	Sol	(SOL)	Chasse5bis
015	Sol	(SOL)	TR5bis
016	Sol	(SOL)	18E006246-001 (TR1)
017	Sol	(SOL)	18E006246-003 (TR3)
018	Sol	(SOL)	18E006246-0010 (TR10)
019	Sol	(SOL)	18E006246-0012 (TR12)
020	Sol	(SOL)	18E006246-0014 (TR14)
021	Sol	(SOL)	Mortier cheminée Escalette
022	Sol	(SOL)	BdFNU 1
023	Sol	(SOL)	BdFNU 2
024	Sol	(SOL)	BdFNU 3
025	Sol	(SOL)	BFGN 1
026	Sol	(SOL)	BFGN 2
027	Sol	(SOL)	BFGN 3
028	Sol	(SOL)	BFGN 4
029	Sol	(SOL)	BFGN 5
030	Sol	(SOL)	BFGN 6

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E105294

Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01

Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		Zsc1	Zsc2	Zsc3	Zsc4	Zsc5	Zsc6
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :							
Date de début d'analyse :		14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 54.4	* 67.4	* 47.0	* 50.8	* 59.2	* 25.6
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 91.3	* 175	* 1610	* 51.9	* 45.5	* 26.4
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 2.65	* 5.05	* 58.8	* 1.66	* 1.54	* 1.17
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 32.0	* 22.3	* 19.4	* 25.3	* 24.9	* 30.3
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 26.4	* 38.4	* 35.5	* 40.8	* 38.3	* 32.1
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 26.1	* 22.5	* 15.8	* 24.5	* 23.3	* 29.0
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 1170	* 3000	* 12900	* 637	* 651	* 294
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 199	* 371	* 1600	* 193	* 187	* 131
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.23	* 0.21	* 16.8	* 0.34	* 0.28	* 0.18

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E105294

Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01

Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

N° Echantillon		007	008	009	010	011	012
Référence client :		Zsc7	Zsc8	Zsc9	Zsc10	Zsc11	Zsc12
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :							
Date de début d'analyse :		14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018	14/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 46.2	* 52.0	* 44.0	* 60.1	* 64.7	* 81.7
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 38.7	* 53.1	* 91.4	* 147	* 600	* 67.1
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 1.17	* 1.27	* 1.42	* 3.66	* 5.15	* 0.94
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 14.3	* 16.5	* 30.1	* 9.58	* 20.4	* 14.3
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 30.7	* 26.3	* 42.9	* 28.3	* 36.9	* 57.4
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 14.9	* 17.4	* 26.4	* 18.6	* 16.3	* 20.9
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 566	* 763	* 1480	* 2230	* 4690	* 1420
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 267	* 233	* 391	* 409	* 1340	* 1230
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.18	* 0.22	* 0.27	* 0.66	* 0.24	* 3.01

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E105294

Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01

Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

N° Echantillon		013	014	015	016	017	018
Référence client :		Chasse1bis	Chasse5bis	TR5bis	18E006246-001 (TR1)	18E006246-003 (TR3)	18E006246-0010 (TR10)
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :							
Date de début d'analyse :		17/09/2018	17/09/2018	17/09/2018	14/09/2018 *	14/09/2018 *	14/09/2018 *
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -			
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 53.9	* 90.0	* 57.2			
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -			
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 86.4	* 126	* 266			
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 2.40	* 2.24	* 8.69			
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 24.5	* 26.3	* 28.9			
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 34.5	* 33.7	* 36.9			
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 23.2	* 23.6	* 21.4			
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 1300	* 737	* 3570			
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 242	* 197	* 384			
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.24	* 0.19	* 0.34			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E105294

Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01

Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

N° Echantillon		019	020	021	022	023	024
Référence client :		18E006246-0012 (TR12)	18E006246-0014 (TR14)	Mortier cheminée Escalette	BdFNU 1	BdFNU 2	BdFNU 3
Matrice :		SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :							
Date de début d'analyse :		14/09/2018 *	14/09/2018 *	14/09/2018	17/09/2018	17/09/2018	17/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**				* -	* -	* -	* -
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.			* 57.8	* 74.7	* 5.91	* 12.2
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**				* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.			* 9890	* 30.6	* 14.2	* 6.14
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.			* 74.5	* 1.27	* 0.49	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.			* 6.67	* 23.0	* <5.16	* 9.22
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.			* 31.6	* 29.2	* 14.2	* 19.0
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.			* 2.75	* 20.9	* 5.58	* 9.40
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.			* 37700	* 268	* 235	* 66.2
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.			* 3960	* 123	* 60.1	* 71.4
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.			* 152	* 0.23	* 0.39	* 0.40

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E105294 Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01 Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

N° Echantillon		025	026	027	028	029	030
Référence client :		BFGN 1 SOL	BFGN 2 SOL	BFGN 3 SOL	BFGN 4 SOL	BFGN 5 SOL	BFGN 6 SOL
Matrice :							
Date de prélèvement :							
Date de début d'analyse :		17/09/2018	17/09/2018	17/09/2018	17/09/2018	17/09/2018	17/09/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* 57.9	* 71.0	* 84.4	* 47.0	* 69.0	* 55.6
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg M.S.	* 10.1	* 19.0	* 8.41	* 11.5	* 17.5	* 14.8
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg M.S.	* 0.55	* 0.91	* 1.00	* 0.90	* 0.90	* 0.56
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg M.S.	* 12.7	* 29.3	* 11.5	* 29.2	* 12.6	* 17.5
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg M.S.	* 17.1	* 20.6	* 24.2	* 18.5	* 27.7	* 14.6
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg M.S.	* 12.1	* 19.4	* 12.3	* 21.3	* 13.1	* 16.7
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg M.S.	* 129	* 94.9	* 172	* 63.1	* 119	* 59.3
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg M.S.	* 60.3	* 68.6	* 112	* 65.3	* 97.3	* 70.6
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg M.S.	* 0.13	* 0.11	* 0.12	* 0.16	* 0.20	* 0.10

D : détecté / ND : non détecté

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 10 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

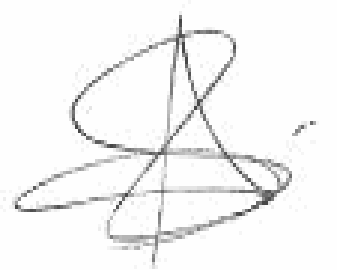
Dossier N° : 18E105294

Version du : 18/09/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01

Date de réception : 14/09/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918
Référence Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918



Alexandra Smorto
Coordinateur Projets Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 18E105294

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-132283-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-387359

Nom projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS

Référence commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg M.S.	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg M.S.	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg M.S.	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg M.S.	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg M.S.	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg M.S.	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg M.S.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	0.1	mg/kg M.S.	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol) (Le laboratoire travaillera sur			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Tamisage - NF ISO 11464 - NF EN 16179 (sol) (Le laboratoire travaillera sur	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E105294

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-132283-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-387359

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS 17LES038Aa_TE_COMPLEMENTS
Nom Commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_140918

Référence commande : 17LES038Aa_TE_BC_SOL_MOK_140918

Sol

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E105294-001	Zsc1			
18E105294-002	Zsc2			
18E105294-003	Zsc3			
18E105294-004	Zsc4			
18E105294-005	Zsc5			
18E105294-006	Zsc6			
18E105294-007	Zsc7			
18E105294-008	Zsc8			
18E105294-009	Zsc9			
18E105294-010	Zsc10			
18E105294-011	Zsc11			
18E105294-012	Zsc12			
18E105294-013	Chasse1bis			
18E105294-014	Chasse5bis			
18E105294-015	TR5bis			
18E105294-016	18E006246-001 (TR1)			
18E105294-017	18E006246-003 (TR3)			
18E105294-018	18E006246-0010 (TR10)			
18E105294-019	18E006246-0012 (TR12)			
18E105294-020	18E006246-0014 (TR14)			
18E105294-021	Mortier cheminée Escalette			
18E105294-022	BdFNU 1			
18E105294-023	BdFNU 2			
18E105294-024	BdFNU 3			
18E105294-025	BFGN 1			
18E105294-026	BFGN 2			
18E105294-027	BFGN 3			
18E105294-028	BFGN 4			
18E105294-029	BFGN 5			
18E105294-030	BFGN 6			

A6.6	**Résultats des analyses isotopiques – CEREGE et interprétation des données**

Résultats analyse ERG – Sol 10 échantillons

A/T Mme Khiat-Paul M.O.

ERG
63, rue André Bollier
69307 Lyon cedex 07

Aix en Provence, le 8 janvier 2018

Madame,

Veuillez trouver ci-joint les résultats analytiques de compositions isotopiques en plomb sur vos dix (10) échantillons de sols de la calanque de Montredon (Tableau 1) réalisées en collaboration avec A. Guihou (Ingénieur de Recherche AMU au CEREGE).

Les incertitudes (x2 écart-types) sont les suivantes pour les rapports isotopiques:
<0.005 ($^{206}Pb/^{204}Pb$) ; <0.005 ($^{207}Pb/^{204}Pb$) ; <0.012 ($^{208}Pb/^{204}Pb$) ; <0.0001 ($^{208}Pb/^{206}Pb$, $^{206}Pb/^{207}Pb$)
Des difficultés analytiques liées au colmatage partiel d'un cathéter de prélèvement ont réduit le nombre de cycles de mesure pour chaque rapport, conduisant à une statistique moins performante sur le calcul des rapports isotopiques mais dont l'exactitude a été confirmée par la mesure d'un standard NBS 981 entre chaque analyse d'échantillon. Certaines abondances isotopiques seront mesurées de nouveau lors des prochains cycles d'analyses fin janvier.

Ces résultats de sols superficiels à Montredon sont discutés en fonction (i) des résultats antérieurs sur les sources et sondages de l'usine Legré-Mante, (ii) les concentrations en plomb déterminées sur les mêmes échantillons par J.P. Ambrosi (Chercheur CNRS CEREGE) et B. Angeletti (Ingénieur d'Etude AMU CEREGE) dans le cadre de ce contrat et (iii) d'analyses réalisées (et non publiées) par Romain Gelly (Doctorant CEREGE) sur l'usine de l'Escalette. L'objectif de cette discussion est de déterminer s'il est possible de distinguer l'origine du plomb accumulé dans les profils de Legré-Mante et les sols environnants de Montredon à partir des analyses isotopiques de plomb.

Cette discussion est réalisée au moyen de quatre figures (rapports isotopiques $^{208}Pb/^{206}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$, choisis en raison du faible écart-type sur leurs mesures). Deux tableaux sont également insérés dans le rapport.

Figure 1:
Cette figure présente une comparaison de l'ensemble des mesures (sources et sols) de Legré-Mante avec l'évolution transitoire des signatures isotopiques de la source atmosphérique Française depuis les années 1980. Cette signature est principalement composée des émissions liées à l'utilisation des carburants plombés, et dans une moindre mesure, des émissions industrielles de métaux non-ferreux. Afin d'approfondir cet aspect atmosphérique je suggère la lecture de plusieurs articles de synthèse dans lesquels les références aux données présentées dans la Fig. 1 sont énoncées (Monna et al., 1997; Véron et al., 1999; Widory et al., 2004; Widory, 2006; Désenfant et al., 2006; Petit et al., 2015). En particulier ces articles décrivent l'évolution des concentrations en plomb et des compositions isotopiques associées dans l'atmosphère urbaine et industrielle depuis plus de trente ans. Pour information le maximum des émissions de plomb en France s'est situé dans les année 1970-1980, puis a diminué à partir des année 1990 suite à la diminution progressive puis définitive du plomb dans les carburants automobiles. Ici on constate que l'ensemble des données Legré-Mante, Montredon et Escalette est dissocié de la courbe d'évolution des empreintes atmosphériques (courbes de mélange différentes). Sur la base de cette figure on estime que ces dernières ne contribuent que faiblement (moins de 5%) aux plomb accumulé dans la calanque de Montredon.

Figure 2:
Cette figure permet de distinguer les deux sources de plomb connues et possibles sur le site de Montredon, c'est à dire les sources Legré-Mante et L'Escalette. Compte tenu des informations sur les échantillonnages, nous considérons que la signature de la source de plomb Legré-Mante est plus surement représentée par les prélèvements d'encroûtements dans les carneaux et cheminée (source chZ). Ce choix est consolidé par leurs concentrations en plomb qui sont les plus élevées mesurées sur

le site Legré-Mante (entre 3 et 4%, voir rapport J.P. Ambrosi). L'empreinte isotopique correspondant aux émissions de plomb de l'Escalette est également représentée (R. Gelly, communication personnelle). On constate que l'ensemble des mesures isotopiques est généralement compris entre ces deux sources. Le léger décalage par rapport à la droite de mélange parfait entre ces deux sources s'explique par la contribution atmosphérique, et reste négligeable par rapport aux apports locaux, toutefois la sensibilité de l'outil isotopique permet de distinguer ces contributions, même très faibles. On constate que les sondages réalisés sur Legré-Mante (IEM1, IEM2) sont distribués entre les deux sources industrielles locales, suggérant une contribution variable de ces deux sources sur le plomb accumulé dans ces profils. Les sols de Montredon sont également distribués entre ces deux sources.

Figure 3:
En se référant à la Fig. 2 il est possible de calculer la contribution de chacune des sources (Legré-Mante et Escalette) au plomb accumulé dans les sondages IEM1 et IEM2. L'échelle représentée sur la figure exprime en pourcentage la contribution de l'usine de Legré-Mante (source chZ). On constate par exemple que l'ensemble du plomb accumulé dans le sondage IEM2 s'explique pour moins de 20% par des émissions de Legré-Mante (et plus de 80% d'apports associés à la source Escalette). Quant au sondage IEM1, la source Legré-Mante (chZ) explique de 40 à 100% du plomb accumulé.

Figure 4:
Les mêmes calculs peuvent être réalisés à partir des prélèvements de sols réalisés à Montredon, avec les mêmes sources et la même échelle (Tab. 2). Ici les sols analysés sont figurés par une référence (exemple 97 pour 17E102294-0**97**). Le tableau 2 présente la contribution respective des deux sources industrielles locales pour chaque échantillon auxquelles est ajouté la contribution crustale dite "naturelle" qui représente environ 20ppm (µg de plomb par gramme de sol) dans les sols des calanques (R. Gelly, communication personnelle, programme Marseco). La contribution de cette dernière composante est déterminée à partir des concentrations mesurées pour chaque échantillon. Compte tenu de l'incertitude sur la contribution naturelle (qui ne peut-être complètement levée que par l'analyse des sols profonds non contaminés sur la zone d'étude), de l'apport direct (ou remobilisation à partir de sols superficiels), même supposément faible (voir Fig. 1), d'aérosols régionaux, et de la variabilité des empreintes sources, l'incertitude raisonnable sur ces estimations des contributions des deux sources industrielles locales sur les sols de Montredon est de l'ordre de 5-10%.

Résumé:
La combinaison des concentrations en plomb et des compositions isotopiques associées a permis de distinguer les empreintes des deux sources potentielles aux apports locaux de plomb dans la zone de la calanque de Montredon. À partir de ces résultats il a été possible de calculer la contribution respective de ces sources au plomb accumulé dans des sols superficiels de cette calanque. Ce rapport a été établi sur la base des informations fournies par ERG sur les sites de prélèvement pour les sources Legré-Mante. Aucune information n'a été fournie quant à la nature et la position des sols prélevés si ce n'est qu'ils incluent vraisemblablement la surface des profils (0-0,05).

Restant à votre disposition, Je vous prie de croire, Madame, en l'expression de mes sincères salutations.

Alain Véron

0442971536
veron@cerege.fr

Tableau 1

Rapports isotopiques du plomb mesurés dans les sols de Montredon

Références	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{207}Pb$
17E102294-001 TMI (0-0,05)	18.317	15.691	38.512	2.1026	1.1674
17E102294-007 CHASSE 4 (0-0,05)	18.440	15.686	38.611	2.0939	1.1756
17E102294-009 CHASSE 6 (0-0,05)	18.463	15.674	38.618	2.0916	1.1779
17E102294-035 S3Z8TM2 (0-0,05)	18.391	15.676	38.555	2.0964	1.1732
17E102294-052 S5Z29TM1 (0-0,05)	18.485	15.684	38.673	2.0921	1.1786
17E102294-054 S5Z45TM1 (0-0,05)	18.462	15.693	38.676	2.0949	1.1764
17E102294-058 S6Z29TM1 (0-0,05)	18.394	15.678	38.540	2.0953	1.1732
17E102294-070 S6Z77TM1 (0-0,05)	18.410	15.672	38.551	2.0940	1.1747
17E102294-097 S8Z88TM1 (0-0,05)	18.307	15.669	38.442	2.0997	1.1685
17E102294-099 S8Z89TM1 (0-0,05)	18.323	15.666	38.471	2.0997	1.1696

Tableau 2

Origine du plomb accumulé dans les sols de la calanque de Montredon

Références 17E102294	**Crustale** (% Pb)	**Legré-Mante** (% Pb)	**Escalette** (% Pb)
001	<0.1	100	0
007	3	26	71
009	18	0	82
035	3	53	44
052	4	0	96
054	<1	32	68
058	4	44	52
070	11	27	62
097	13	84	3
099	3	92	5

Figure 1

Empreintes isotopiques urbaines, et calanques (Legré-Mante, Escalette, Montredon)

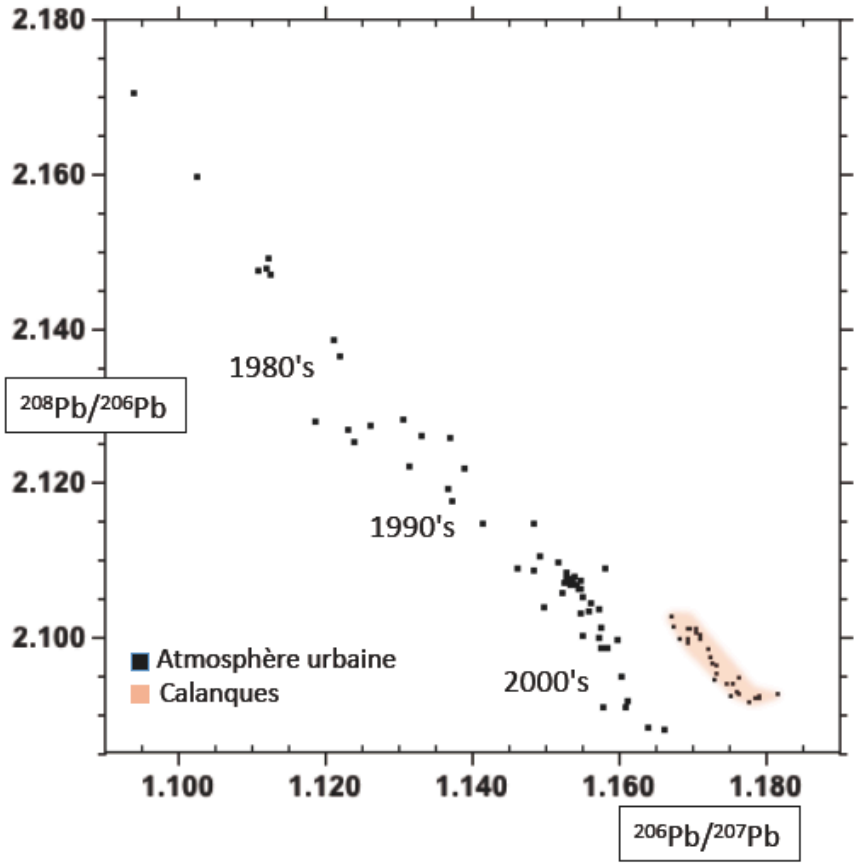


Figure 2

Empreintes isotopiques sources (Legré-Mante, Escalette) et sols (Montredon)

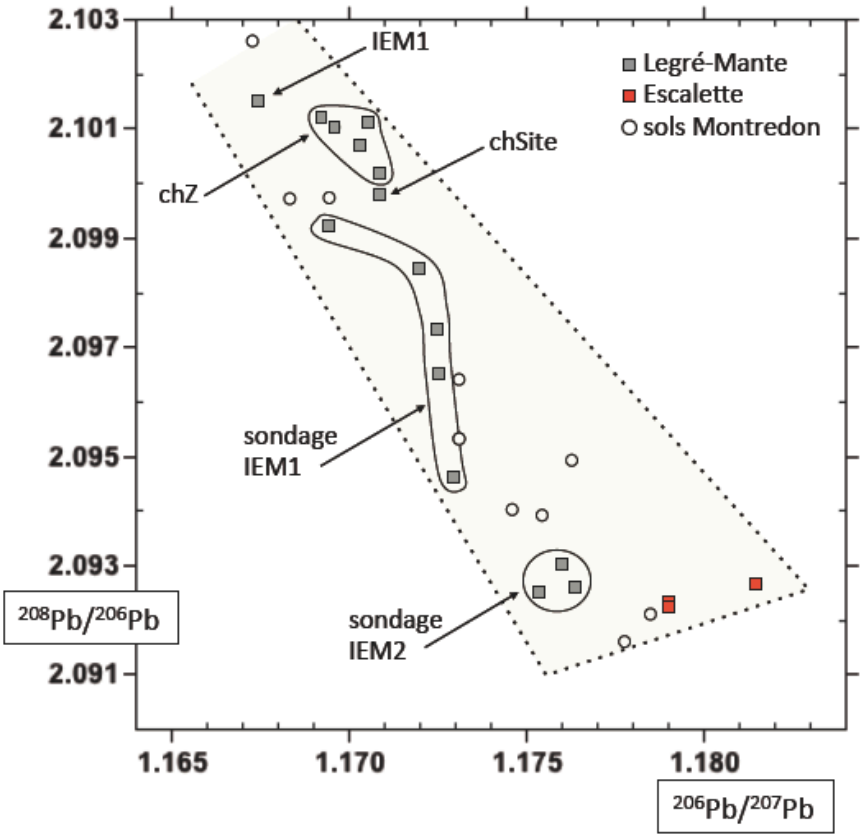


Figure 3

Contribution isotopique des *sources Legré-Mante, Escalette dans les sondages IEM1-IEM2*

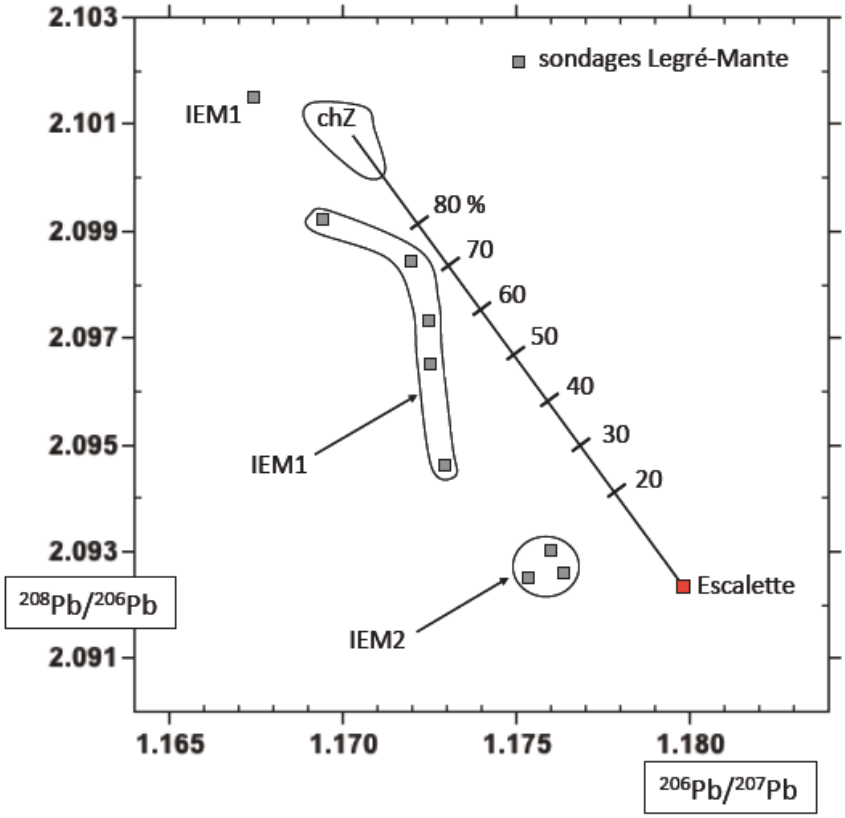
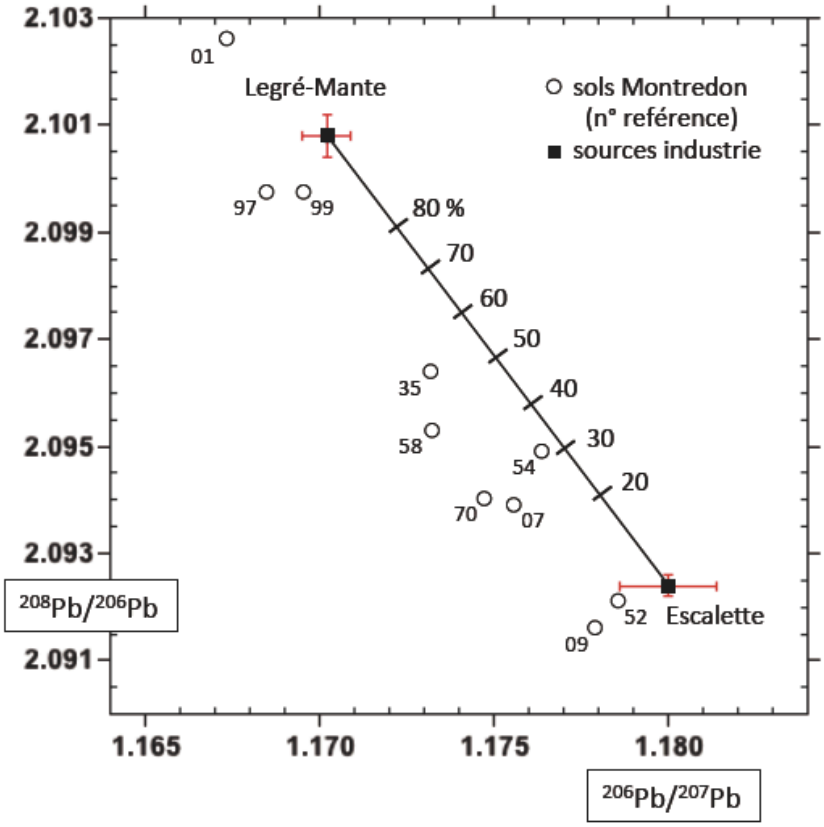


Figure 4

Contribution isotopique des sources Legré-Mante, Escalette dans les sols de Montredon



Références:

Desenfant F., Véron A., Camoin G., Nyberg J., 2006. Reconstruction of pollutant lead invasion into the tropical North Atlantic during the 20th century. Coral Reef 25, 473-484.

Monna F., Lancelot J., Croudace I.W., Cundy A.B., Lewis, J.T., 1997. Pb isotopic composition of airborne particulate material from France and the southern United Kingdom: implications for Pb pollution sources in urban areas. Environ. Sci. Technol. 31, 2277–2286.

Petit D., Véron A., Flament P., Deboudt K., Poirier A., 2015. Review of pollutant lead decline in urban air and human blood: a case study from northwestern Europe. CR Geoscience, 347, 247-256.

Véron A.J., Flament P., Bertho M.L., Alleman L., Flegal A.R., Hamelin B., 1999. Isotopic evidence of pollutant lead sources in northwestern France. Atmos. Environ. 33, 3377–3388.

Widory D., Le Moullec Y., Roy S., Guerrot C., 2014. The origin of atmospheric particles in Paris: a view through carbon and lead isotopes. Atm. Env. 38(7), 953-961.

Widory D., 2006. Lead isotopes decipher multiple origins within single PM10 samples in the atmosphere of Paris, Isotopes in Environ. Health Studies 42(1), 97–105.

A/T Mme Khiat-Paul M.O.
ERG, 63, rue André Bollier
69307 Lyon cedex 07

A. Véron
CEREGE
Technopôle Arbois BP80
13545 Aix en Provence cedex 4

Aix en Provence, le 25 mai 2018

Madame,

Veuillez trouver ci-joint les résultats analytiques de compositions isotopiques en plomb sur vos vingt cinq (25) échantillons de sols de la calanque de Montredon (Tableau 1a et 1b). Le tableau 1a contient la série déjà réalisée pour rappel (10 échantillons), alors que le tableau 1b contient de nouvelles valeurs isotopiques (15 échantillons).

Les échantillons bruts ont été traités par Mr J.P. Ambrosi (CR CNRS) et B. Angeletti (ingénieur AMU) au CEREGE pour analyses par ICP-MS des concentrations élémentaires (voir leur rapport pour détails analytiques). C'est une fraction de ces attaques qui a été utilisée pour les analyses isotopiques du plomb. Les solutions récupérées ont été évaporées puis reprises en HBr0.5N pour un premier passage sur résine anionique échangeuse d'ion de type AG1X8. Après élution du résidu et nettoyage de la résine, une solution purifiée concentrée en plomb a été récupérée sur la résine par passage de HCl6N. Cette opération a été effectuée deux fois afin de purifier parfaitement les solutions d'attaque. Toutes ces opérations ont été réalisées dans une salle blanche à empoussièrement contrôlé au CEREGE (class 100) et sous hottes à flux laminaires. Les procédures de purification sont décrites en détail dans Manhès et al. (1978). Les solution purifiées ont été évaporées puis reprises en HN03 1% pour analyse sur un spectromètre de masse à plasma induit équipé de multi-collecteurs (MC-ICPMS) de type Neptune Plus au CEREGE avec A. Guihou, ingénieur de recherche à Aix-Marseille Université. Le fractionnement de masse induit par les analyses est corrigé par la mesure concomitante de standards de plomb NBS981. Les incertitudes (x2 écart-types) sont les suivantes pour les rapports isotopiques présentés:
≤0.006 ($^{206}Pb/^{204}Pb$) ; ≤0.005 ($^{207}Pb/^{204}Pb$) ; ≤0.012 ($^{208}Pb/^{204}Pb$) ; ≤0.0001 ($^{208}Pb/^{206}Pb$, $^{206}Pb/^{207}Pb$)

Ces résultats de sols superficiels à Montredon sont discutés en fonction (i) des données Legré-Mante et Montredon déjà analysées et envoyées à ERG, (ii) les concentrations en plomb déterminées sur les mêmes échantillons par J.P. Ambrosi (Chercheur CNRS CEREGE) et B. Angeletti (Ingénieur d'Etude AMU CEREGE) dans le cadre de ce contrat et (iii) d'analyses réalisées (et non publiées) par Romain Gelly (Doctorant CEREGE) sur l'usine de l'Escalette (ces données sont représentées sur les figures afin de permettre les calculs de contributions, mais ne pourront pas être divulguées dans un tableau avant la soutenance de la thèse de Mr Gelly). L'objectif de cette discussion est de déterminer s'il est possible de distinguer l'origine du plomb accumulé dans les sols de Montredon à partir des analyses isotopiques de plomb. Cette discussion est réalisée au moyen de quatre figures (rapports isotopiques $^{208}Pb/^{206}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$, choisis en raison du faible écart-type sur leurs mesures). Trois tableaux sont également insérés dans le rapport.

Restant à votre disposition, Je vous prie de croire, Madame, en l'expression de mes sincères salutations.

Alain Véron
0442971536
veron@cerege.f

Les figures sont présentées dans un document annexe (Fig. ERG-VERON)

Figure 1:

Cette figure présente une comparaison de l'ensemble des mesures des sols de Montredon avec l'évolution transitoire de l'empreinte atmosphérique urbaine en France depuis 1980 ainsi que les sources industrielles Legré-Mante et Escalette présentées et discutées dans un rapport précédent sur la même étude. On été rajoutés à cette figure les empreintes de plomb dites "naturelles" qui correspondent au bruit de fond "naturel" (Angelidis et al., 2012). L'empreinte atmosphérique urbaine est principalement composée des émissions liées à l'utilisation des carburants plombés, et dans une moindre mesure, des émissions industrielles de métaux non-ferreux. Ici on constate que les données de cette étude sont généralement sur une droite de mélange différente de celle des empreintes atmosphériques. Cette observation suppose la possibilité de discuter les résultats de Montredon en fonction de sources locales.

Figure 2:

Cette figure permet de distinguer les deux sources de plomb connues et possibles sur le site de Montredon, c'est à dire les sources Legré-Mante et L'Escalette. Compte tenu des informations sur les échantillonnages, nous considérons que la signature de la source de plomb Legré-Mante est plus surement représentée par les prélèvements d'encroûtements dans les carneaux et cheminée (source chZ). Ce choix est consolidé par leurs concentrations en plomb qui sont les plus élevées mesurées sur le site Legré-Mante (entre 3 et 4%, voir rapport J.P. Ambrosi). L'empreinte isotopique correspondant aux émissions de plomb de l'Escalette est également représentée (R. Gelly, communication personnelle). On constate que la presque totalité des empreintes isotopiques de sols mesurées dans le cadre de ce travail est comprise entre ces deux sources industrielles, avec l'exception notable de l'échantillon 17E102294-048 (S5Z1TM1 0-0,05) et, dans une moindre mesure, de 17E102294-018 (S1Z9TM1 0-0,05) qui semblent significativement impactés par la signature atmosphérique et/ou une autre empreinte isotopique non identifiée sur la zone d'étude. Le léger décalage des autres échantillons par rapport à la droite de mélange parfait entre ces deux sources s'explique par la contribution atmosphérique qui est généralement négligeable par rapport aux apports locaux pour ces échantillons, toutefois la sensibilité de l'outil isotopique permet de distinguer ces contributions, mêmes faibles.

Certains échantillons possèdent des concentrations en plomb suffisamment faibles pour que la composante "naturelle" puisse contribuer significativement aux empreintes isotopiques mesurées (Tab. 2). On calcule que cette composante naturelle influence de façon significative les échantillons dont les concentrations sont inférieures à 150ppm (A à H sur fig. 2). Cette contribution reste spéculative dans la mesure où ne possédons pas la concentration en plomb et l'empreinte isotopique associée à ce signal naturel sur les sols locaux où l'étude est réalisée. Toutefois, la nature de ces sols méditerranéens carbonatés nous permet d'estimer les concentrations naturelles en plomb entre 5 et 15 ppm (Teutsch et al., 2001). La composition isotopique moyenne de ces sols naturels peut être estimée à partir des mesures réalisées dans des sédiments marins méditerranéens non contaminés à $^{208}Pb/^{206}Pb$= 2.067 et $^{206}Pb/^{207}Pb$=1.200 (Angeledis et al., 2011).

Figure 3:

Sur la base des données présentées dans la figure 2, nous avons recalculé les empreintes isotopiques des échantillons A à H (tab. 2) qui sont maintenant corrigées de la composante naturelle et correspondent donc au plomb en excès dans l'échantillon, d'origine anthropique.

Figure 4:

Cette figure montre les contributions respectives des sources industrielles locales au plomb accumulé dans les sols de Montredon. Certains échantillons ne sont pas représentés sur cette figure (voir discussion Fig. 2) car leurs empreintes isotopiques ne sont pas distinguables des signatures atmosphériques urbaines (ils sont notés na, non applicable, dans le tableau 3). Les contributions Legré-Mante indiquées à 100% entre parenthèses pour certains échantillons s'expliquent par position très excentrée, en dehors de la droite de mélange industrielle (Escalette à Legré-Mante) sur la figure, entre la source Legré-Mante et la droite atmosphérique dont des flèches grisées rappellent vers quel direction se situe son nuage de points. Pour ces échantillons la contribution atmosphérique pourrait atteindre 10 à 30%, ce qui réduirait d'autant celle de la source Legré-Mante.

Tableau 1a

Rapports isotopiques du plomb mesurés dans les sols de Montredon (serie 2)

Références	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{207}Pb$
17E102294-001 TMI (0-0,05)	18.317	15.691	38.512	2.1026	1.1674
17E102294-007 CHASSE 4 (0-0,05)	18.440	15.686	38.611	2.0939	1.1756
17E102294-009 CHASSE 6 (0-0,05)	18.463	15.674	38.618	2.0916	1.1779
17E102294-035 S3Z8TM2 (0-0,05)	18.391	15.676	38.555	2.0964	1.1732
17E102294-052 S5Z29TM1 (0-0,05)	18.485	15.684	38.673	2.0921	1.1786
17E102294-054 S5Z45TM1 (0-0,05)	18.462	15.693	38.676	2.0949	1.1764
17E102294-058 S6Z29TM1 (0-0,05)	18.394	15.678	38.540	2.0953	1.1732
17E102294-070 S6Z77TM1 (0-0,05)	18.410	15.672	38.551	2.0940	1.1747
17E102294-097 S8Z88TM1 (0-0,05)	18.307	15.669	38.442	2.0997	1.1685
17E102294-099 S8Z89TM1 (0-0,05)	18.323	15.666	38.471	2.0997	1.1696

Tableau 1b

Rapports isotopiques du plomb mesurés dans les sols de Montredon (serie 3)

Références	$^{206}Pb/^{204}Pb$	$^{207}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{204}Pb$	$^{208}Pb/^{206}Pb$	$^{206}Pb/^{207}Pb$
17E102294-016 S1Z5TM2 (0-0,05)	18.416	15.656	38.482	2.0896	1.1762
17E102294-0018 S1Z9TM1 (0-0,05)	18.172	15.632	38.216	2.1030	1.1625
17E102294-022 S2Z3TM1 (0-0,05)	18.245	15.637	38.310	2.0997	1.1667
17E102294-024 S2Z6TM1 (0-0,05)	18.213	15.630	38.233	2.0992	1.1652
17E102294-030 S3Z2TM2 (0-0,05)	18.348	15.656	38.493	2.0979	1.1719
17E102294-038 S4Z9TM1 (0-0,05)	18.336	15.651	38.447	2.0968	1.1715

17E102294-048 S5Z1TM1 (0-0,05)	18.127	15.635	38.206	2.1076	1.1594
17E102294-075 S7Z5TM1 (0-0,05)	18.401	15.655	38.527	2.0938	1.1754
17E102294-095 S8Z60TM1 (0-0,05)	18.221	15.639	38.304	2.1022	1.1651
18E009685-004 S3Z2TM2 (0,05-0,3)	18.451	15.674	38.637	2.0941	1.1772
18E009685-003 S2Z3TM1 (0,05-0,25)	18.248	15.647	38.341	2.1011	1.1662
18E009685-001 S1Z5TM1 (0,05-0,3)	18.361	15.658	38.481	2.0957	1.1726
18E009685-002 S1Z9TM1 (0,05-0,25)	18.470	15.677	38.667	2.0935	1.1781
18E009685-005 S5Z21TM1 (0-0,05)	18.472	15.679	38.678	2.0938	1.1782
18E01284-001 S8Z89TM1 (0,05-0,4)	18.289	15.656	38.413	2.1003	1.1682

Tableau 2

Rapports isotopiques corrigés pour échantillons avec composante naturelle significative

Références	**Ref. Fig. 2**	**Pb nat.** (%)	**$^{206}Pb/^{207}Pb$**	**$^{208}Pb/^{206}Pb$**
17E102294-016 S1Z5TM2 (0-0,05)	A	20	1.1703	2.0950
17E102294-009 CHASSE 6 (0-0,05)	B	9	1.1757	2.0940
17E102294-0018 S1Z9TM1 (0-0,05)	C	25	1.1740	2.0960
17E102294-075 S7Z5TM1 (0-0,05)	D	9	1.1730	2.0964
18E009685-001 S1Z5TM1 (0,05-0,3)	E	16	1.1673	2.1010
17E102294-022 S2Z3TM1 (0-0,05)	F	8	1.1640	2.1025
18E009685-003 S2Z3TM1 (0,05-0,25)	G	8	1.1633	2.1040
18E009685-002 S1Z9TM1 (0,05-0,25)	H	9	1.1500	2.1150

Tableau 3

Origine du plomb accumulé dans les sols de la calanque de Montredon

Références	Référence Figure 4	Legré-Mante (% Pb)	Escalette (% Pb)
17E102294-001 TMI (0-0,05)	01	100	-
17E102294-007 CHASSE 4 (0-0,05)	07	30	70
17E102294-009 CHASSE 6 (0-0,05)	09	27	73
17E102294-035 S3Z8TM2 (0-0,05)	35	53	47
17E102294-052 S5Z29TM1 (0-0,05)	52	-	100
17E102294-054 S5Z45TM1 (0-0,05)	54	32	68
17E102294-058 S6Z29TM1 (0-0,05)	58	45	55
17E102294-070 S6Z77TM1 (0-0,05)	70	31	69
17E102294-097 S8Z88TM1 (0-0,05)	97	95	5
17E102294-099 S8Z89TM1 (0-0,05)	99	95	5
17E102294-016 S1Z5TM2 (0-0,05)	16	53	47
17E102294-0018 S1Z9TM1 (0-0,05)	18	na	na
17E102294-022 S2Z3TM1 (0-0,05)	22	(100)	-
17E102294-024 S2Z6TM1 (0-0,05)	24	(100)	-
17E102294-030 S3Z2TM2 (0-0,05)	30	67	33
17E102294-038 S4Z9TM1 (0-0,05)	38	61	39
17E102294-048 S5Z1TM1 (0-0,05)	48	na	na
17E102294-075 S7Z5TM1 (0-0,05)	75	54	46
17E102294-095 S8Z60TM1 (0-0,05)	95	(100)	-
18E009685-004 S3Z2TM2 (0,05-0,3)	04	23	77
18E009685-003 S2Z3TM1 (0,05-0,25)	03	(100)	-
18E009685-001 S1Z5TM1 (0,05-0,3)	01b	100	-
18E009685-002 S1Z9TM1 (0,05-0,25)	02	na	na
18E009685-005 S5Z21TM1 (0-0,05)	05	18	82
18E01284-001 S8Z89TM1 (0,05-0,4)	01c	100	-

Références:

Manhès, G., Minster, J.F., Allegre, C.J., 1978. Comparative uranium-thorium-lead and rubidium-strontium study of the Saint Severin amphoterite: consequences for early solar system chronology. Earth Planet. Sci. Lett. 39, 14–24.

Angelidis, M.O., Radakovitch, O., Véron, A., Aloupi, M., Heussner, S., Price, B., 2011. Pollutant metal and sapropel imprints in deep Mediterranean sediments. Mar. Pollut. Bull. 62, 1041–1052.

Teutsch N., Erel Y., Halicz L., and Banin A. (2001) Distribution of natural and anthropogenic lead in Mediterranean soils. Geochim. Cosmochim. Acta 65, 2853–2864.

Figure 1

Empreintes isotopiques urbaines, naturelles et calanques (Legré-Mante, Escalette, sols Montredon)

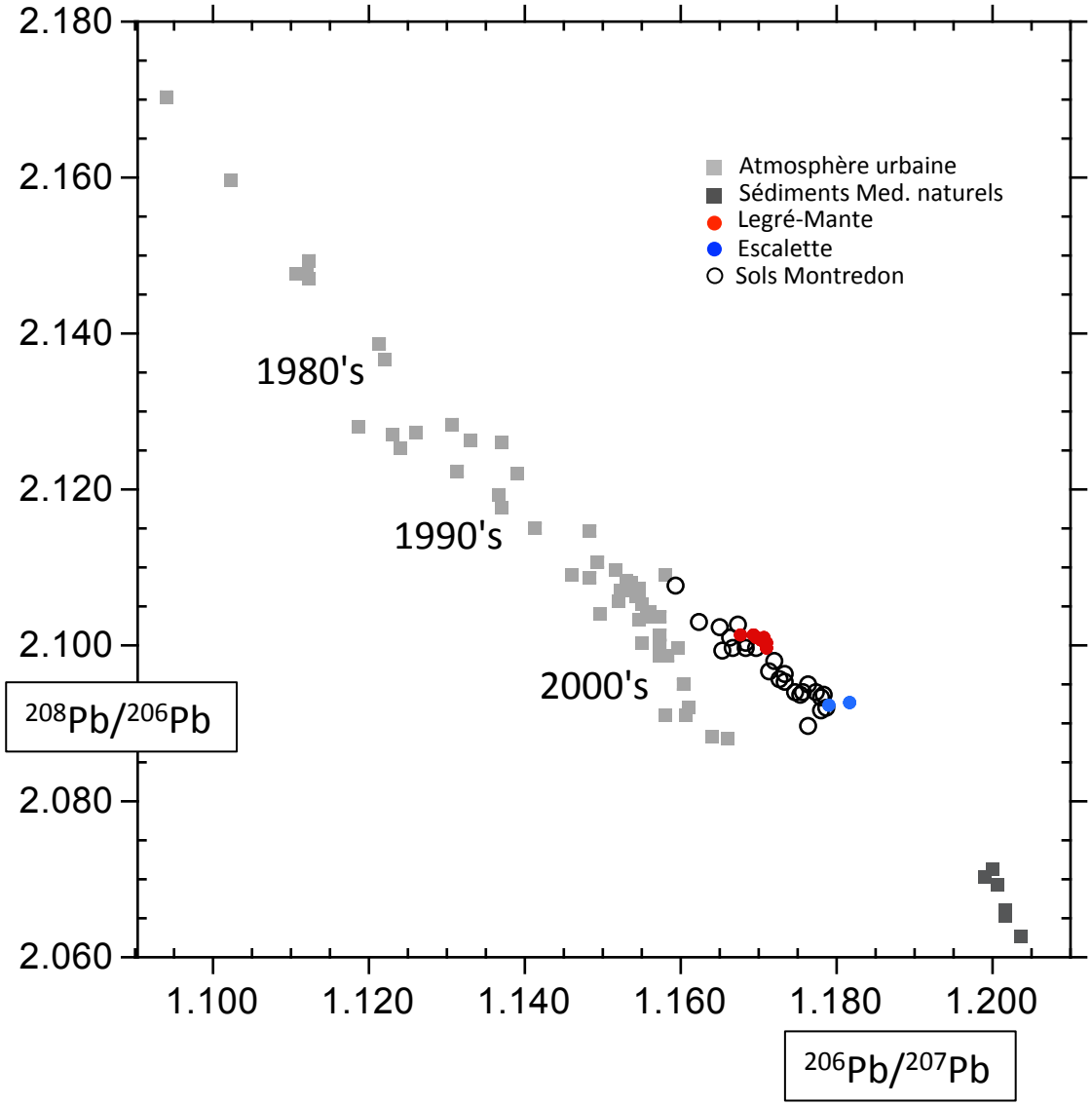


Figure 2

Empreintes isotopiques sources anthropiques et sols (Montredon)

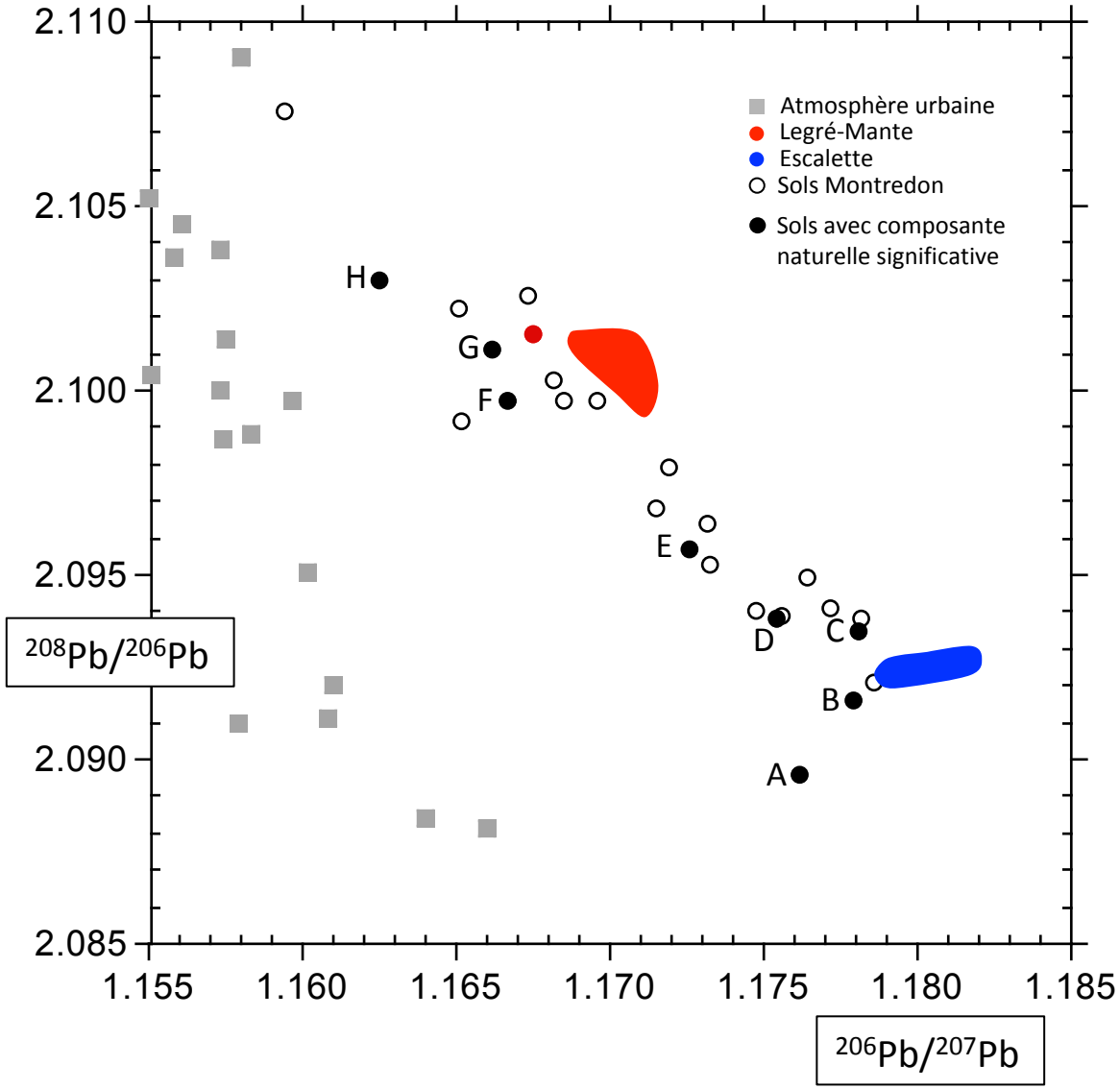


Figure 3

Empreintes isotopiques corrigées du bruit de fond naturel

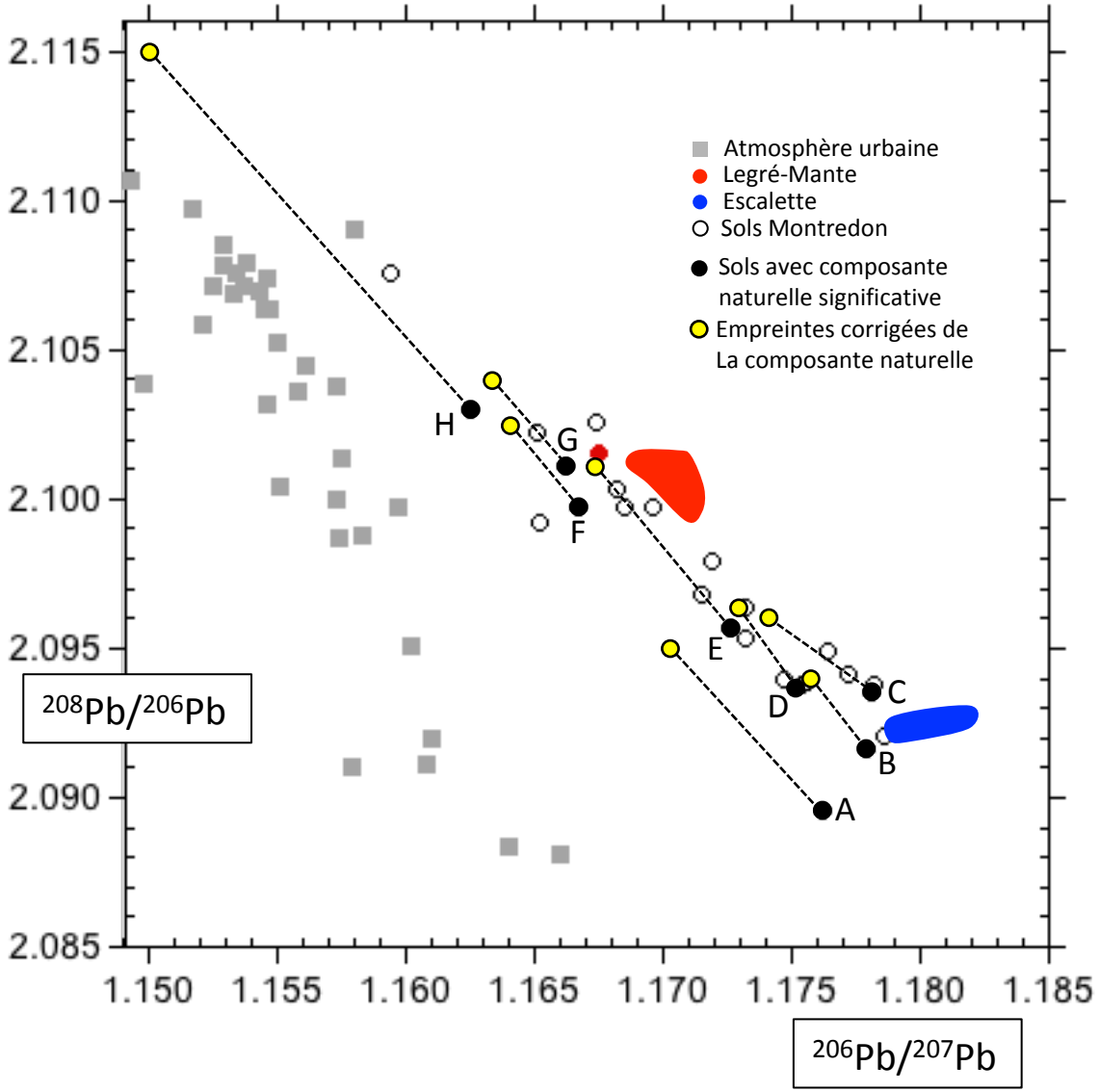
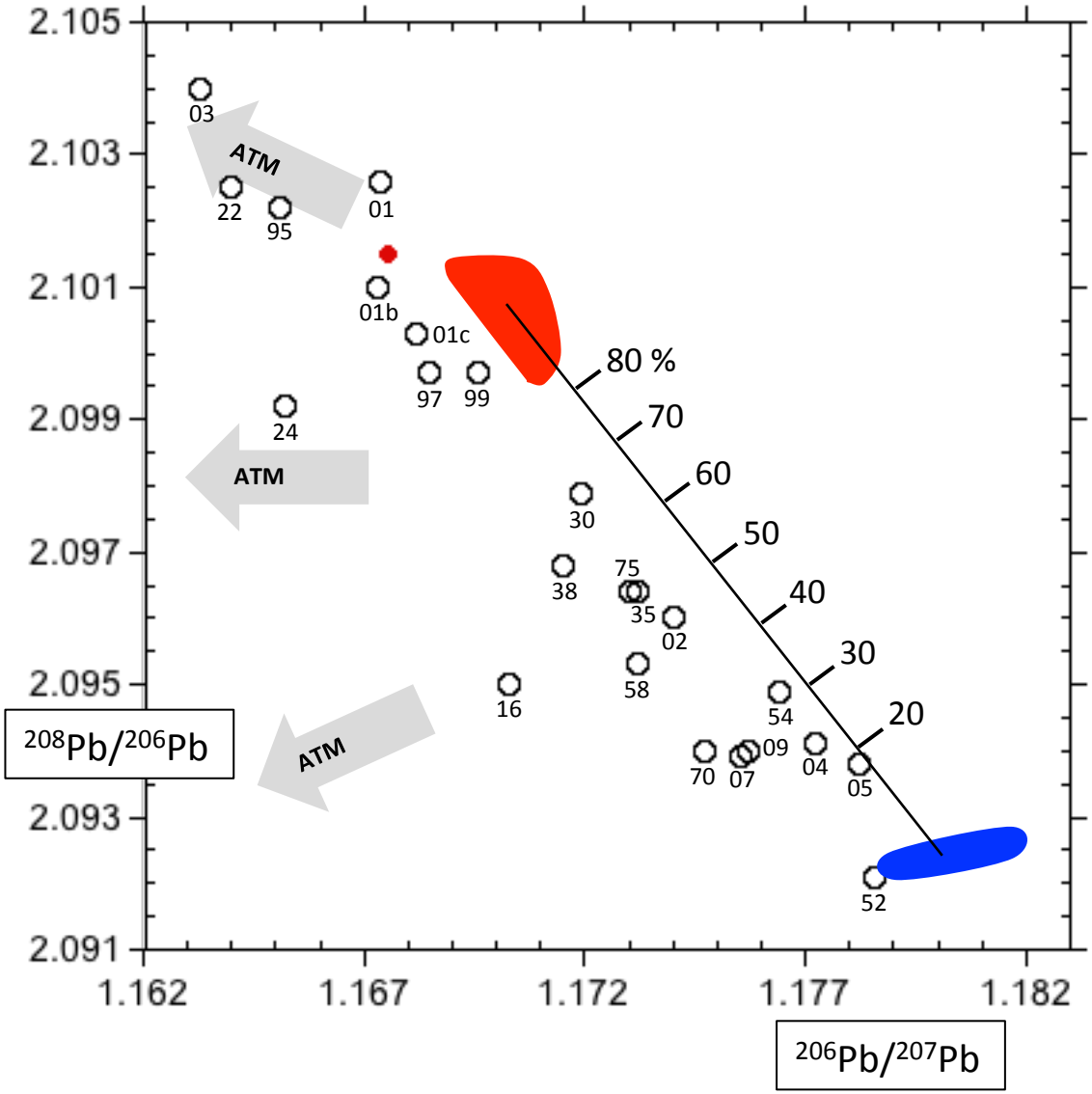


Figure 4

Contributions en plomb des sources Legré-Mante et Escalette dans les sols de Montredon



Isotopie – Site de la Madrague – Réponse au BRGM – Alain VERON (CEREGE)

1. Introduction

Dans le cadre de l'analyse initiale des résultats en isotopie du Pb, l'isotope ^{204}Pb n'a pas été utilisé. L'utilisation de l'isotope ^{204}Pb peut contribuer à résoudre des questions sur le mélange de sources dans le cas d'études environnementales de contaminations. En revanche, l'étude statistique comparative très exhaustive des rapports isotopiques du plomb de 78 mines mondiales montre que près de 90% des sources peuvent être correctement caractérisées sans utiliser le ^{204}Pb (Sangster et al., 2000). Les empreintes mal discernées proviennent principalement de mines sises au Canada et en Ireland, minerais qui ne concernent pas les activités du Site de la Madrague pour laquelle l'origine des minerais est principalement grecque pendant sa période d'activité entre 1875 et 1883 (Raveux, 1998). Quant à l'usine de l'Escalette, l'origine principale du plomb argentifère est certainement espagnole et italienne pendant la deuxième moitié du XIXe siècle pour se diversifier jusqu'en 1924, à l'arrêt de l'activité plomb de l'usine. Nous avons toutefois, par soucis d'exhaustivité, analysé les contributions des divers composants du système basés sur l'utilisation de l'ensemble des isotopes (^{204}Pb, ^{206}Pb, ^{207}Pb, ^{208}Pb).

2. Analyse des sources

a. Estimation du Pôle « source crustale »

La teneur des concentrations en plomb de la contribution dite "naturelle" a été déterminée à partir des résultats de sédiments marins prélevés dans le Golfe du Lion (Ferrand et al., 1999) et au large de la Corse dans le Bassin des Baléares (Angeledis et al., 2011) ainsi que dans les sols de l'Étang de Berre (Austruy et al., 2016). Les compositions isotopiques du plomb dans les sédiments marins ont permis de cibler les niveaux non contaminés alors que ce sont les horizons profonds qui ont été choisi dans les sols. Ce corpus représente 41 données et une concentration en plomb de 16.9ppm. Cette valeur est proche de celle de la croûte terrestre sup. (17ppm) proposée par Wedepohl (1995). D'autres auteurs proposent des valeurs 20 à 50% plus faibles pour les sols et la croûte terrestre (Vinogradov, 1959 ; Taylor, 1964 ; Mason, 1966 ; Taylor and McLennan, 1985 ; Rudnick and Fountain, 1995). Afin de ne pas sous-estimer cette contribution nous avons choisi la valeur proposée la plus élevée. La composition isotopique de cette fraction "naturelle" a quant à elle été définie à partir des données disponibles dans les sédiments marins (Ferrand et al., 1999 ; Angeledis et al., 2011). Cette composition est comparée à celle déterminée à partir des tourbières mondiales (Kylander et al., 2010) et des deltas des rivières (Millot et al., 2004). L'ensemble de ces valeurs sont très proches et n'affectent significativement les compositions isotopiques mesurées dans les sols de Montredon qu'à partir de concentrations mesurées inférieures à 100ppm. Par ailleurs, nous avons complété notre estimation en intégrant les données de l'article Gelly et al., qui a été accepté pour publication dans "Science of the Total Environment" (thèse en cours au CEREGE) : calcul de la moyenne crustale intégrant les données sédiments, sols de Berre et les 2 échantillons de « sols non contaminés » prélevés dans les Calanques proches). Sur cette base, l'utilisation de ces moyennes pour la composante "naturelle" nous paraît raisonnable et suffisante.

En toute rigueur, nous avons estimé l'incertitude qu'engendre l'écart type de la concentration moyenne en plomb crustal (16.95±4.75 ppm) sur les contributions anthropiques (ATM, ESC, LM) calculées à partir des compositions isotopiques corrigées de la contribution crustale. Pour ce faire nous avons considéré des échantillons avec des concentrations en plomb variant de 100 à 400 ppm pour lesquelles nous avons fait varier les contributions crustales entre (16.95-4.75) ppm et (16.95+4.75) ppm ce qui a eu pour effet de faire varier les compositions isotopiques corrigées utilisées pour le calcul final des contributions anthropiques. Nous avons ainsi déterminé une incertitude supplémentaire pour ces contributions anthropiques de 10% à 100 ppm, 5% à 200 ppm et moins de 5% à 400 ppm.

b. Empreinte de la contribution atmosphérique

L'empreinte de la contribution atmosphérique de plomb a été calculée de façon plus précise et plus représentative avec les rapports $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{207}Pb/^{204}Pb$ en considérant les compositions isotopiques dans l'atmosphère Française compilées à partir d'émissions spécifiques (bus, essence, industrie, incinération déchets et aérosols urbains) pour les décades 1980, 1990 et 2000 (Monna et al., 1995, 1997; Roy, 1996; Véron et al., 1999; Carignan et al., 2005; Cloquet et al., 2006a,b; et références incluses dans ces articles). Ce travail de compilation nous a permis de déterminer 3 pôles atmosphériques A_1, A_2, A_3 qui correspondent à l'empreinte moyenne de chacune de ces décades (avec leur sphère de variation). Nous avons ensuite appliqué à chaque pôle une contribution relative en masse déterminée à partir de la reconstruction des concentrations en plomb dans l'atmosphère urbaine de villes Françaises depuis les années 1980 (Petit et al., 2015). Nous avons ainsi pu déterminer une empreinte isotopique pondérée de l'ensemble de ces apports, empreinte qui est maintenant utilisée pour le calcul de la contribution relative des apports atmosphériques au plomb accumulé dans les sols de Montredon (voir calcul en annexe). Afin d'affiner nos calculs nous avons utilisé les rapports $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ (avec des résultats très similaires), ce dernier étant plus discriminant sur l'ensemble des sources anthropiques que le rapport $^{207}Pb/^{204}Pb$.

c. Pôles Sources du site de l'Escalette et du Site de la Madrague

Les Sources Escalette et site de la Madrague ont été estimées sur la base de prélèvements d'encroutements de cheminées sur les deux sites qui ont pu faire l'objet de caractérisation dans le cadre de :

- La présente étude : 10 prélèvements sur le site de la Madrague (présente étude IEM)
- L'article Gelly et al, sous presse : 2 prélèvements sur le site de l'Escalette.

Ces données détaillées permettent de valider les pôles sources ainsi que les incertitudes retenues.

3. Contributions de Plomb

Par soucis d'exhaustivité, les calculs des contributions de plomb à partir des diverses sources identifiées sont basés uniquement sur le plomb et ses isotopes stables.

L'approche multi-système retenue est une approche calculatoire qui a consisté :

- Dans un premier temps, au calcul du caractère discriminant entre sources des divers rapports isotopiques afin de valider la pertinence de retenir chaque système. Cette analyse a permis de mettre en évidence que les rapports les plus discriminants sont (dans l'ordre décroissant) : $^{206}Pb/^{204}Pb$ (avec des variations sources de 6-7% entre LM-ESC et ATM, et de 0.7% entre ESC et LM), $^{206}Pb/^{207}Pb$ (avec des variations sources de 5-6% entre LM-ESC et ATM, et de 0.8% entre ESC et LM) et $^{208}Pb/^{206}Pb$ (avec des variations sources de 2% entre LM-ESC et ATM, et de 0.4% entre ESC et LM). Le système $^{207}Pb/^{204}Pb$ est peu discriminant (avec des variations sources de 0.8-0.9% entre LM-ESC et ATM, et de 0.1% entre ESC et LM), et n'est donc pas retenu dans ce cadre pour l'interprétation des données des sols du quartier de Montredon.

- Dans un second temps, en la correction des compositions isotopiques vis-à-vis de la contribution crustale C ($^{206}Pb/^{204}Pb$ =18.851, $^{206}Pb/^{207}Pb$ =1.2018 $^{208}Pb/^{206}Pb$ =2.0583 avec Pb = 16.95ppm).

- Dans un troisième temps, au calcul des contributions relatives des diverses sources anthropiques du plomb en excès, corrigé de la fraction crustale, qui est réalisé par la méthode des barycentres avec la combinaison des trois rapports isotopiques retenus. La contribution relative de chaque source est assimilée aux coordonnées barycentriques normalisées de chaque point dans un ou plusieurs systèmes isotopiques définis par la combinaison de ces rapports. Ce calcul n'est pas valide lorsqu'au moins un résultat des calculs est négatif et/ou supérieur à l'unité pour un échantillon donné (ce qui signifie que les points sont positionnés en dehors de la zone de mélange définie par les 3 sources). Le système isotopique concerné est alors écarté du calcul des contributions. Dans le cas où plusieurs systèmes permettent de calculer des contributions jugées valides (selon le calcul de barycentre), la moyenne des contributions calculées par les systèmes est retenue pour déterminer la contribution de chaque source. Dans ces conditions, l'incertitude sur chaque contribution anthropique est définie par l'écart-type calculé sur l'ensemble des systèmes isotopiques considérés pour chaque échantillon. Si un seul système isotopique est valide pour un point de prélèvement donné, un écart type de 20% est considéré, écart type moyen calculé à partir de l'ensemble des écarts types déterminés lorsque 3 systèmes isotopiques sont valables. Dans le cas où tous les systèmes isotopiques sont jugés non valides, selon la méthodologie de calcul barycentrique, aucune contribution n'est retenue pour le point concerné.

4. Interprétation des résultats

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau de synthèse reporté en Annexe.

L'analyse des calculs de contributions a été réalisée en tenant compte des incertitudes calculées à retenir sur chaque point. Sur cette base, on peut classer les échantillons selon 3 contributions génériques :

- Prédominance de contribution Escalette
- Prédominance de contribution Site de la Madrague
- Contribution de mélange Escalette / Site de la Madrague

Cette démarche ramène de nombreuses contributions, a priori prépondérantes d'une des deux sources industrielles, à une contribution dite « de mélange » comme le met en évidence le tableau de synthèse suivant (qui ne reprend que les contributions prépondérantes). La composante atmosphérique n'est pas présentée dans ce tableau.

Nom de l'éch.	Contribution Site de la Madrague	Contribution Escalette	Systèmes isotopiques
Contribution prépondérante Site de la Madrague			
TM1 (0-0,05)	93 (±18)	2 (±0.5)	$^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S6Z29TM1 (0-0,05)	67 (±13)	31 (±6)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$
S8Z88TM1 (0-0,05)	76 (±13)	12 (±7)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
Contribution prépondérante Site l'Escalette			
S5Z29TM1 (0-0,05)	0	98 (±19)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S4Z9TM1 (0-0,05)	19 (±16)	66 (±18)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$ $^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S8Z89TM1 (0,05-0,4)	23 (±5)	61 (±4)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$ $^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S3Z2TM1 (0-0,05)	20 (±11)	69 (±8)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$ $^{206}Pb/^{207}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$
S3Z2TM1 (0,05-0,3)	21 (±8)	77 (±8)	$^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{206}Pb/^{207}Pb$ $^{206}Pb/^{204}Pb$ et $^{208}Pb/^{206}Pb$

Une contribution marquée du **Site de la Madrague** est bien retrouvée au niveau des points suivants :

- Le **Secteur 6 dans la zone 29** :
  - En cohérence avec les conclusions de l'approche statistique sur les paragénèses métalliques ainsi qu'avec le positionnement géographique de la parcelle vis-à-vis des sources historiques d'émission (et particulièrement la cheminée haute du site de la Madrague)
  - Notons que la seconde parcelle sur le secteur 6 qui a fait l'objet d'analyses isotopiques (zone 77) est affiliée à une contribution de mélange, en cohérence avec son groupe statistique et sa position géographique (plus éloigné de la cheminée haute, en direction du Nord).

- Au **TM1**, en pied de cheminée haute du site de la Madrague (TM1) :
  - Pour rappel le Groupe statistique d'appartenance de cet échantillon est affilié à la signature du Site de l'Escalette sur la base de l'analyse des sols sur les 19 ETM.
  - Ces résultats semblent mettre en évidence que les natures intrinsèques des mâchefers au TM1 ont une signature proche de la signature assimilée Escalette, en revanche le traçage de source par retombées de poussières par le Plomb et ses isotopes signe une contribution franche en provenance de la cheminée du Site de la Madrague.
  - Ce point particulier illustre bien la difficulté de traçage de source, en lien avec la nature intrinsèque des sols prélevés, dès lors qu'il s'agit de remblais et particulièrement de remblais issus d'activité métalliques

- Les sols de surface de la **parcelle S8Z88** :
  - Ce qui n'est pas en cohérence avec les résultats de l'approche statistique sur les paragénèses métalliques, ni avec la localisation de la parcelle vis-à-vis des sources d'émissions historique du Plomb.
  - Ce point est également à mettre en lien avec la nature intrinsèque des sols sur le prélèvement S8Z88 (remblais avec traces de charbon dans les sols).

Une contribution prépondérante du Site de l'Escalette est bien retrouvée au niveau :

- Le **secteur 5 dans la zone 29** :
    - Pour rappel le Groupe statistique d'appartenance de cet échantillon est affilié à la signature du Groupe 2 sur la base de l'analyse des sols sur les 19 ETM.
    - Ces résultats semblent mettre en évidence que la nature intrinsèque des remblais sur la zone a une signature proche de la signature de remblais hétérogènes (61% des sols de surface de riverains) et d'un bruit de fond industriel (signature de mélange d'activités anthropiques historiques locales),
    - Le traçage de source par retombées de poussières par le Plomb et ses isotopes, signe une contribution franche en provenance du site de l'Escalette.
    - Ce point particulier confirme la difficulté de traçage de source, en lien avec la nature intrinsèque des sols prélevés dès lors qu'il s'agit de remblais. Cette contribution est en cohérence avec la proximité du secteur 5 à la source Escalette.
- Le **secteur 3 sur la zone 2 en surface comme en profondeur** :
    - De la même manière, le Groupe statistique d'appartenance de ces échantillons est affilié à la signature du Groupe 2.
    - Le traçage de source par retombées de poussières par le Plomb et ses isotopes, signe une contribution marquée en provenance du site de l'Escalette, dans un secteur localisé dans le prolongement Nord-Est du Secteur 5.
- Le **secteur 4 sur la zone 9** et le **secteur 8 sur la zone 89** (sols profonds uniquement) :
    - Qui sont affiliés au Groupe 2, ce qui n'est pas en cohérence avec la localisation des parcelles vis-à-vis des sources d'émissions historique du Plomb.
    - Ce point est également à mettre en lien avec la nature intrinsèque des sols au niveau du prélèvement S8Z89.

Des signatures de mélange sont calculées pour l'ensemble des autres prélèvements de sols (secteurs S1, S2, S3, S6 Nord, S7 et, S8 pour partie), à l'exception des prélèvements de sols de surface « Chasse 4 », « S1Z9 », « S5Z21 » et « S5Z45 » pour lesquels les contributions ne sont pas déterminées, selon la méthodologie barycentrique développée, qui permet de tenir compte de l'ensemble des isotopes du Pb.

Remarque : dans le cadre de la présente étude, plusieurs méthodes d'interprétation des données isotopiques ont été développées, avec le jeu de données sur les sols de Montredon et les contributions marquées sont retrouvées. Notons particulièrement que, quelques soit la méthodologie d'interprétation des données isotopiques, lorsque la contribution peut être déterminée, le secteur S5 présente systématiquement une contribution majoritairement Escalette et le secteur S6, au Sud, une contribution du site de la Madrague, en cohérence avec les résultats des traitements statistiques sur les paragénèses métalliques (19ETM) et leur positionnement géographique respectif vis-à-vis des sources d'émission des deux sites industriels historiques.

Afin de vérifier la cohérence des contributions calculées, des représentations des différents rapports isotopiques retenues en fonction de 1/Pb ont été réalisées. Ces représentations tiennent compte d'un pôle Atmosphérique et des données de teneurs en Pb relatives aux encroutements de l'Escalette produites dans le cadre de l'Article de Gelly et al., 2018. Les figures 1 à 3 mettent en évidence que :

- Les prélèvements se répartissement dans un espace limité par les sources retenues, ce qui semble confirmer que ces dernières permettent d'expliquer les signatures. Ce point n'exclut pas les possibilités d'autre sources anthropiques qui permettraient d'affiner le traçage (comme l'ancienne verrerie par exemple)
- Les systèmes isotopiques retenus en fonction de 1/Pb présentent une répartition très similaire des prélèvements de sols de Montredon ; le positionnement des sols est cohérent avec les contributions marquées Escalette / Site de la Madrague calculées (vis-à-vis du positionnement des pôles sources industriels).

5. Plomb atmosphérique et bruit de fond

Les contributions atmosphériques calculées sur la base de la méthodologie des barycentres sur les systèmes retenus ont également été analysées. En dehors des échantillons concentrés ([Pb]> 10000 ppm), il apparait que la teneur en Pb dans les sols, en tenant uniquement compte des contributions atmosphériques et de la signature crustale, est comprise entre 20 et 176 ppm chez les riverains (bornes Minimales et Maximales) et entre 90 et 100 ppm sur la base du 90ème percentile. Il est intéressant de noter que ces gammes sont en cohérence avec l'ELT calculé dans le cadre de la présente étude.

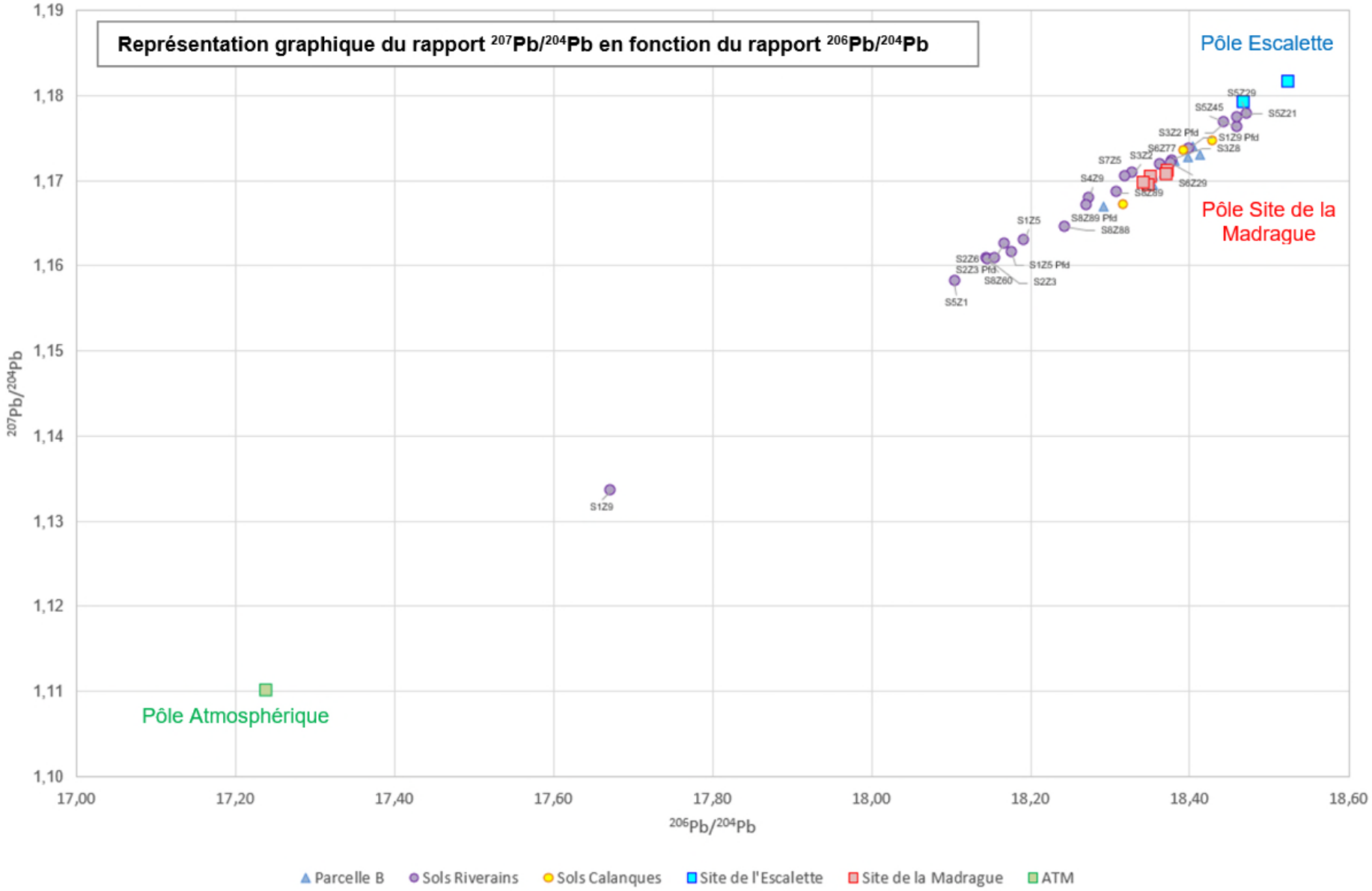
Remarque : en complément, les concentrations en Pb atmosphériques (PM10) issues du rapport ATMOSUD ont également été exploitées. Selon une vitesse de pénétration du plomb anthropique de 0.5 cm/an dans les sols carbonatés de surface[1], et sur une durée de 40 ans d'apports (depuis les années 1970s), soit 20 cm de sol, le bruit de fond atmosphérique obtenu est de 24 à 67 ppm. Bien entendu, plus la tranche de sol est fine, plus cette contribution augmente de façon linéaire. Ces estimations sont du même ordre de grandeur que les calculs effectués par ailleurs ce qui permet de conforter les contributions et la méthodologie mise en œuvre avec le jeu de données isotopiques.

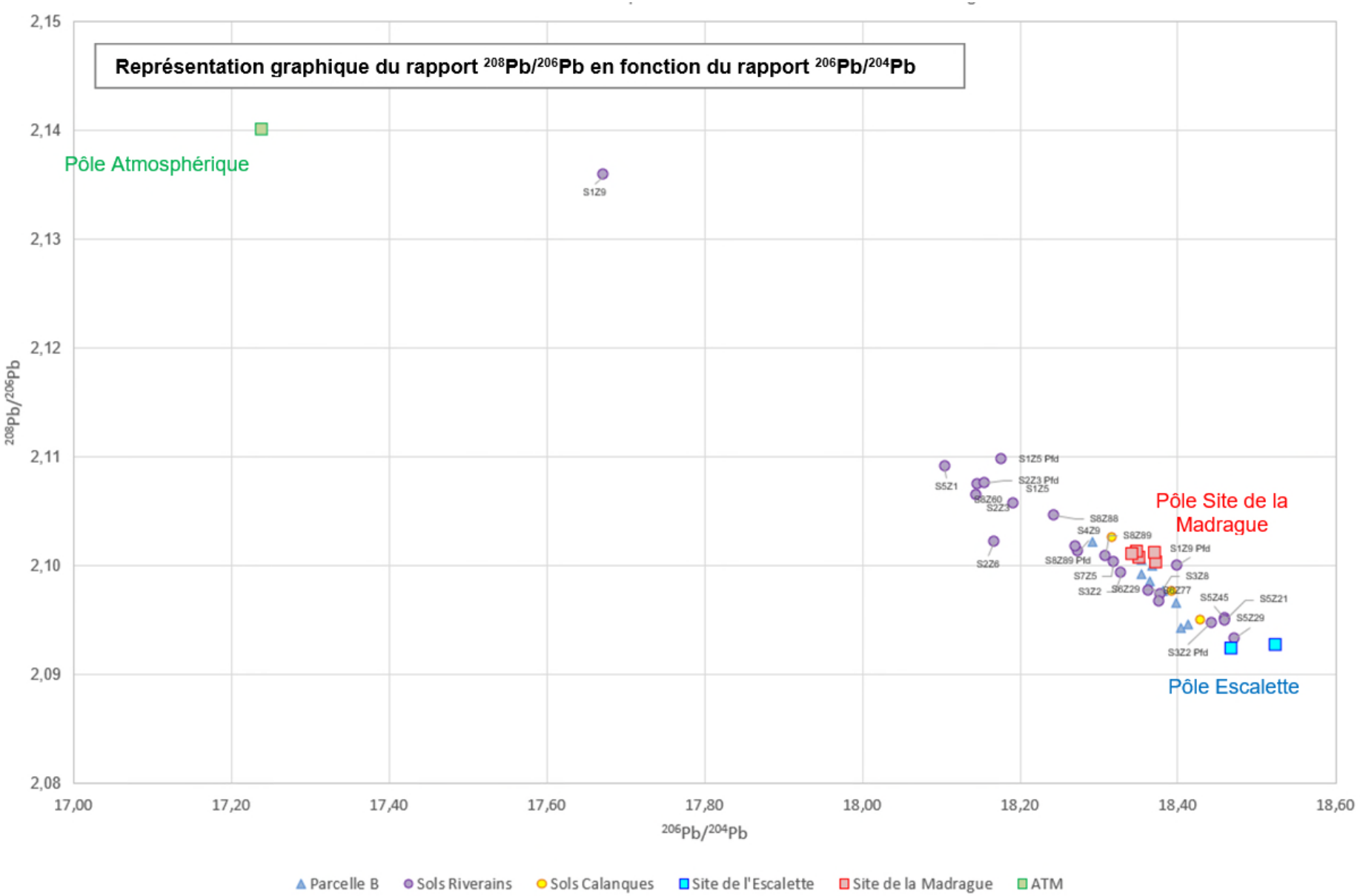
1 Vitesse de 0,5cm/an pour des sols de surface riches en Matière organique. Cette vitesse de pénétration est plutôt à 0.1-0.3 cm/an et pour les horizons profonds minéraux elle peut aller jusqu'à 2 cm/an. De plus, en fonction des expériences réalisées près de fonderies de plomb les taux de pénétrations identifiés sont de 0.3 à 1 cm/an. Ces données sont compatibles avec le choix de 0.5 cm/an.

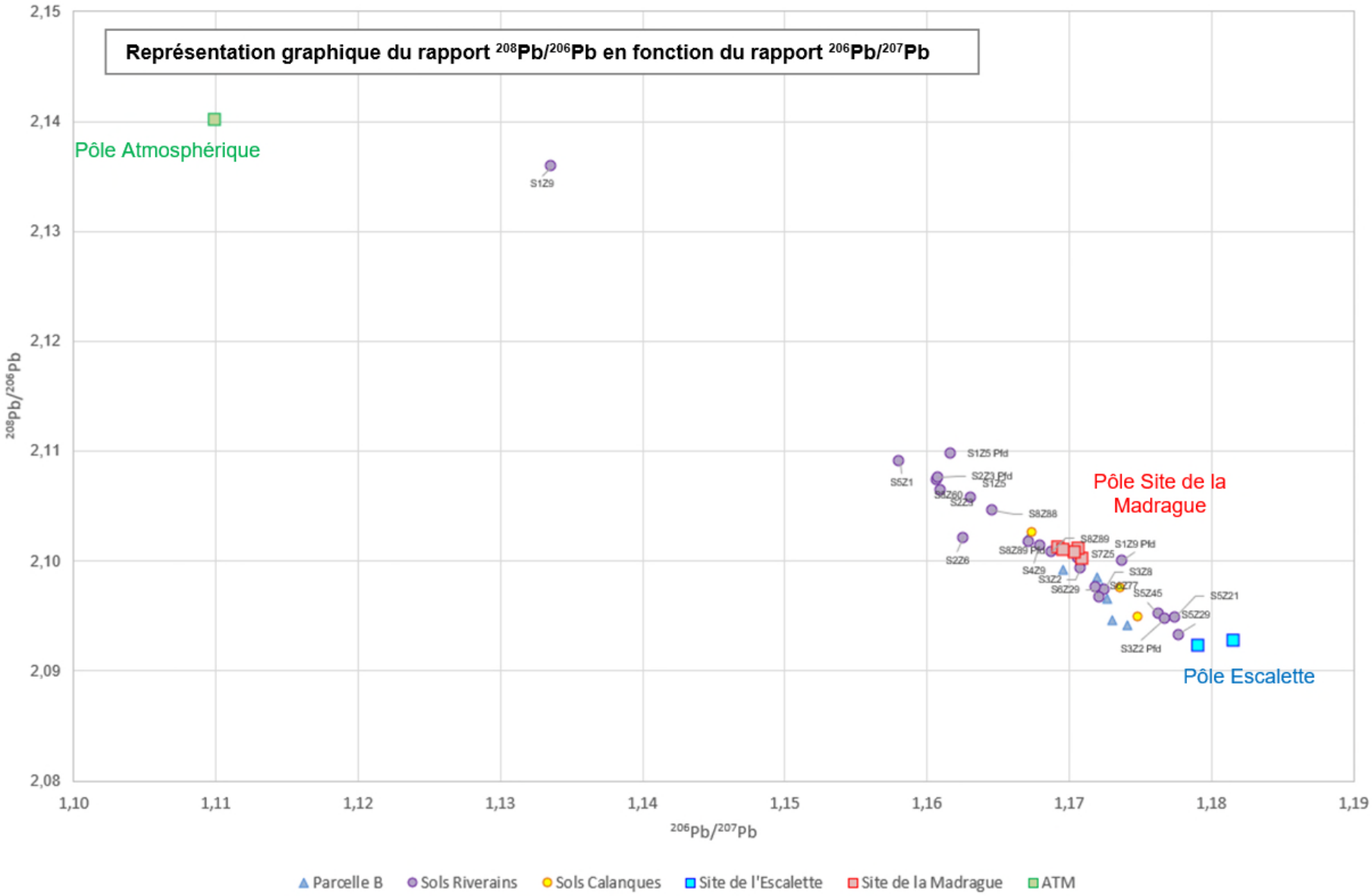
Références :
- Pb sols calcaires :
Teutsch et al. (2002). Distribution of natural and anthropogenic lead in Mediterranean soils. GCA 65(17), 2853-2864.
Erel et al. (1997). Tracing the transport of anthropogenic lead in the atmosphere and in soils using isotopic ratios. GCA 61, 4495-4505.
- Pb sols organiques :
Bacon et al. (1996). Isotopic character of lead deposited from the atmosphere at a grassland site in the UK since 1860. ES&T 30, 2511-2518.
- Pb fonderies :
Ettler et al. (2004). ICP-MS measurements of lead isotopic ratios in soils heavily contaminated by lead smelting: tracing the sources of pollution. Anal. Bioanal. Chem. 378, 311-317.
Prapaipong et al. (2008). Rapid transport of anthropogenic lead through soils in southeast Missouri. Applied Geochem. 23, 2156-2170.

ANNEXES

NOM DES ECHT	REF LABO DES ECHT	FRACTION NON CRUSTALE	LM %	ESC %	ATM %	Systèmes Isotopiques
TM1 (0-0,05)	17E102294-001c	23693	93 (±18)	2 (±0.5)	< 1%	6/7-8/6
Chasse 4 (0-0,05)	17E102294-007	573	nd	nd	nd	
Chasse 6 (0-0,05)	17E102294-009	93	42 (±6)	54 (±6)	4 (±1)	6/4-6/7 et 6/4-8/6 et 6/7-8/6
S3Z8TM2 (0-0,05)	17E102294-035	633	38 (±21)	57 (±18)	5 (±2.5)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S5Z29TM1 (0-0,05)	17E102294-052	463	0	98 (±19)	2 (±0.5)	6/4-8/6
S5Z45TM1 (0-0,05)	17E102294-054	3233	nd	nd	nd	
S6Z29TM1 (0-0,05)	17E102294-058	443	67 (±13)	31 (±6)	2 (±0.5)	6/4-6/7
S6Z77TM1 (0-0,05)	17E102294-070	163	29 (±31)	64 (±20)	7 (±2)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S8Z88TM1 (0-0,05)	17E102294-097	143	76 (±13)	12 (±7)	12 (±2)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S8Z89TM1 (0-0,05)	17E102294-099	633	42 (±8)	48 (±7)	10 (±1)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S1Z5TM2 (0-0,05)	17E102294-016	33	35 (±25)	45 (±22)	20 (±5)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S1Z9TM1 (0-0,05)	17E102294-0018	23	27 (±9)	10 (±3)	63 (±21)	6/4-6/7
S2Z3TM1 (0-0,05)	17E102294-022	103	44 (±22)	35 (±18)	21 (±5)	6/4-8/6 et 6/7-8/6
S2Z6TM1 (0-0,05)	17E102294-024	233	nd	nd	nd	
S3Z2TM2 (0-0,05)	17E102294-030	463	20 (±11)	69 (±8)	11 (±2)	6/4-6/7 et 6/4-8/6 et 6/7-8/6
S4Z9TM1 (0-0,05)	17E102294-038	143	19 (±16)	66 (±18)	15 (±3)	6/4-6/7 et 6/4-8/6 et 6/7-8/6
S5Z1TM1 (0-0,05)	17E102294-048	543	38 (±22)	35 (±20)	27 (±2)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S7Z5TM1 (0-0,05)	17E102294-075	93	58 (±27)	35 (±21)	7 (±4)	6/4-8/6 et 6/7-8/6
S8Z60TM1 (0-0,05)	17E102294-095	143	29 (±29)	46 (±27)	25 (±5)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S5Z21TM1 (0-0,05)	18E009685-005	540	nd	nd	nd	
S3Z2TM2 (0,05-0,3)	18E009685-004	870	21 (±8)	77 (±8)	2 (±1)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S2Z3TM1 (0,05-0,25)	18E009685-003	112	49 (±30)	30 (±25)	21 (±5)	6/4-6/7 et 6/4-8/6
S1Z5TM1 (0,05-0,3)	18E009685-001a	45	37 (±12)	41 (±13)	22 (±7)	6/4-6/7
S1Z9TM1 (0,05-0,25)	18E009685-002	92	54 (±16)	44 (13)	2 (±0.5)	6/4-6/7
S8Z89TM1 (0,05-0,4)	18E01284-001b	517	23 (±5)	61 (±4)	16 (±1)	6/4-6/7 et 6/4-8/6 et 6/7-8/6


Représentation graphique du rapport $^{207}Pb/^{204}Pb$ en fonction du rapport $^{206}Pb/^{204}Pb$
Pôle Escalette
Pôle Site de la Madrague
Pôle Atmosphérique
S5Z29
S5Z45
S5Z21
S3Z2 Pfd
S1Z9 Pfd
S3Z8
S6Z77
S3Z2
S7Z5
S4Z9
S6Z29
S8Z89
S8Z89 Pfd
S8Z88
S1Z5
S1Z5 Pfd
S2Z6
S2Z3 Pfd
S8Z60
S2Z3
S5Z1
S1Z9
1,19
1,18
1,17
1,16
1,15
1,14
1,13
1,12
1,11
1,10
17,00
17,20
17,40
17,60
17,80
18,00
18,20
18,40
18,60
$^{207}Pb/^{204}Pb$
$^{206}Pb/^{204}Pb$
Parcelle B
Sols Riverains
Sols Calanques
Site de l'Escalette
Site de la Madrague
ATM


Représentation graphique du rapport $^{208}Pb/^{206}Pb$ en fonction du rapport $^{206}Pb/^{204}Pb$
Pôle Atmosphérique
Pôle Site de la Madrague
Pôle Escalette
S1Z9
S1Z5 Pfd
S5Z1
S2Z3 Pfd
S1Z5
S8Z60
S2Z3
S8Z88
S4Z9
S8Z89
S1Z9 Pfd
S8Z89 Pfd
S2Z6
S7Z5
S3Z8
S3Z2
S6Z29
S6Z77
S5Z45
S5Z21
S5Z29
S3Z2 Pfd
2,15
2,14
2,13
2,12
2,11
2,10
2,09
2,08
$^{208}Pb/^{206}Pb$
17,00
17,20
17,40
17,60
17,80
18,00
18,20
18,40
18,60
$^{206}Pb/^{204}Pb$
Parcelle B
Sols Riverains
Sols Calanques
Site de l'Escalette
Site de la Madrague
ATM


Représentation graphique du rapport $^{208}Pb/^{206}Pb$ en fonction du rapport $^{206}Pb/^{207}Pb$
Pôle Atmosphérique
Pôle Site de la Madrague
Pôle Escalette
S1Z9
S5Z1
S1Z5 Pfd
S2Z3 Pfd
S1Z5
S8Z88
S2Z6
S8Z89
S1Z9 Pfd
S7Z5
S4Z9
S3Z8
S3Z2
S6Z77
S6Z29
S5Z45
S5Z21
S5Z29
S3Z2 Pfd
$^{208}Pb/^{206}Pb$
$^{206}Pb/^{207}Pb$
2,15
2,14
2,13
2,12
2,11
2,10
2,09
2,08
1,10
1,11
1,12
1,13
1,14
1,15
1,16
1,17
1,18
1,19
Parcelle B
Sols Riverains
Sols Calanques
Site de l'Escalette
Site de la Madrague
ATM

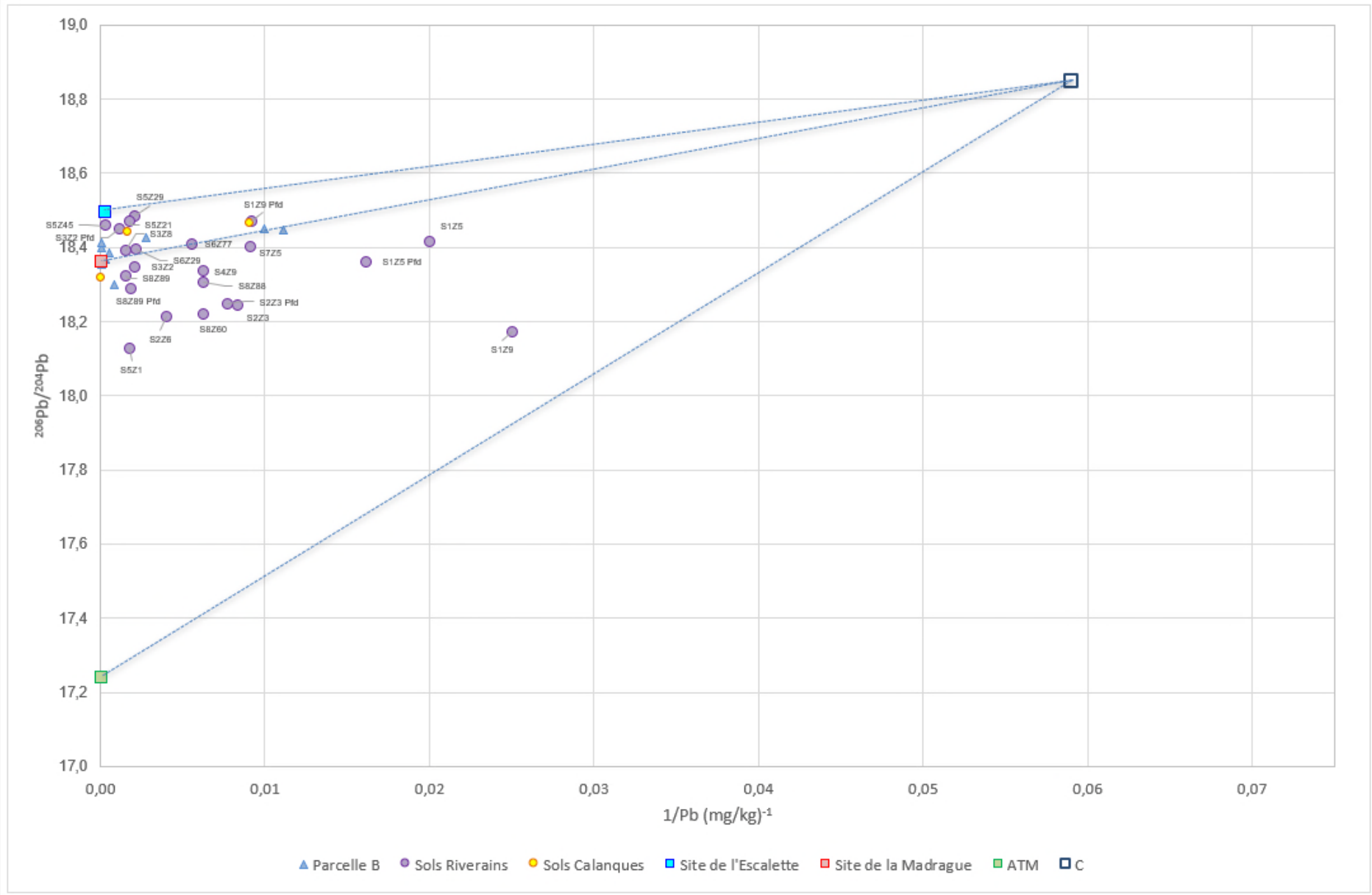


Figure 1 – Representation graphique du rapport $^{206}Pb/^{204}Pb$ en fonction de 1/Pb

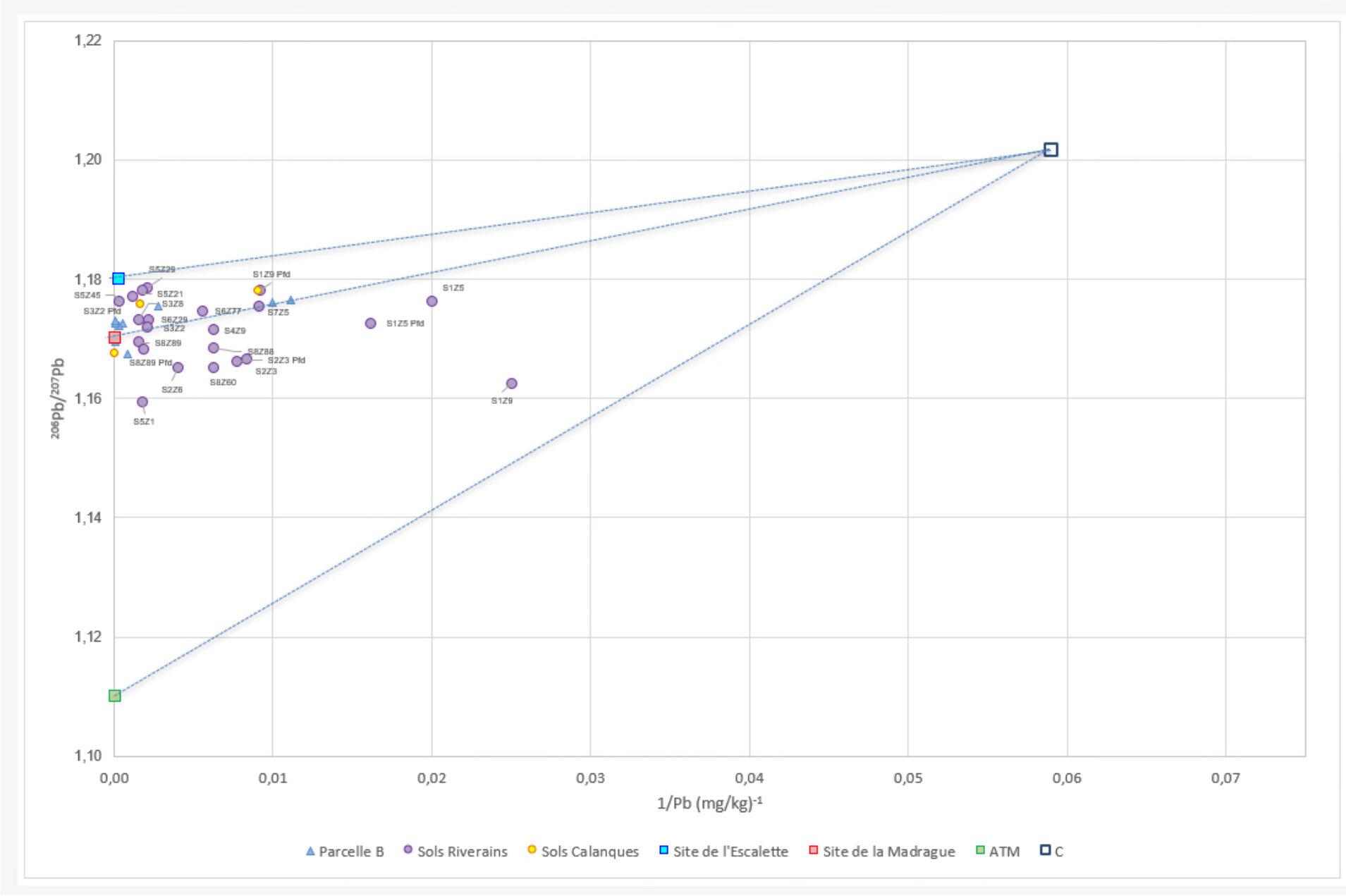


Figure 2 – Representation graphique du rapport $^{206}Pb/^{207}Pb$ en fonction de 1/Pb

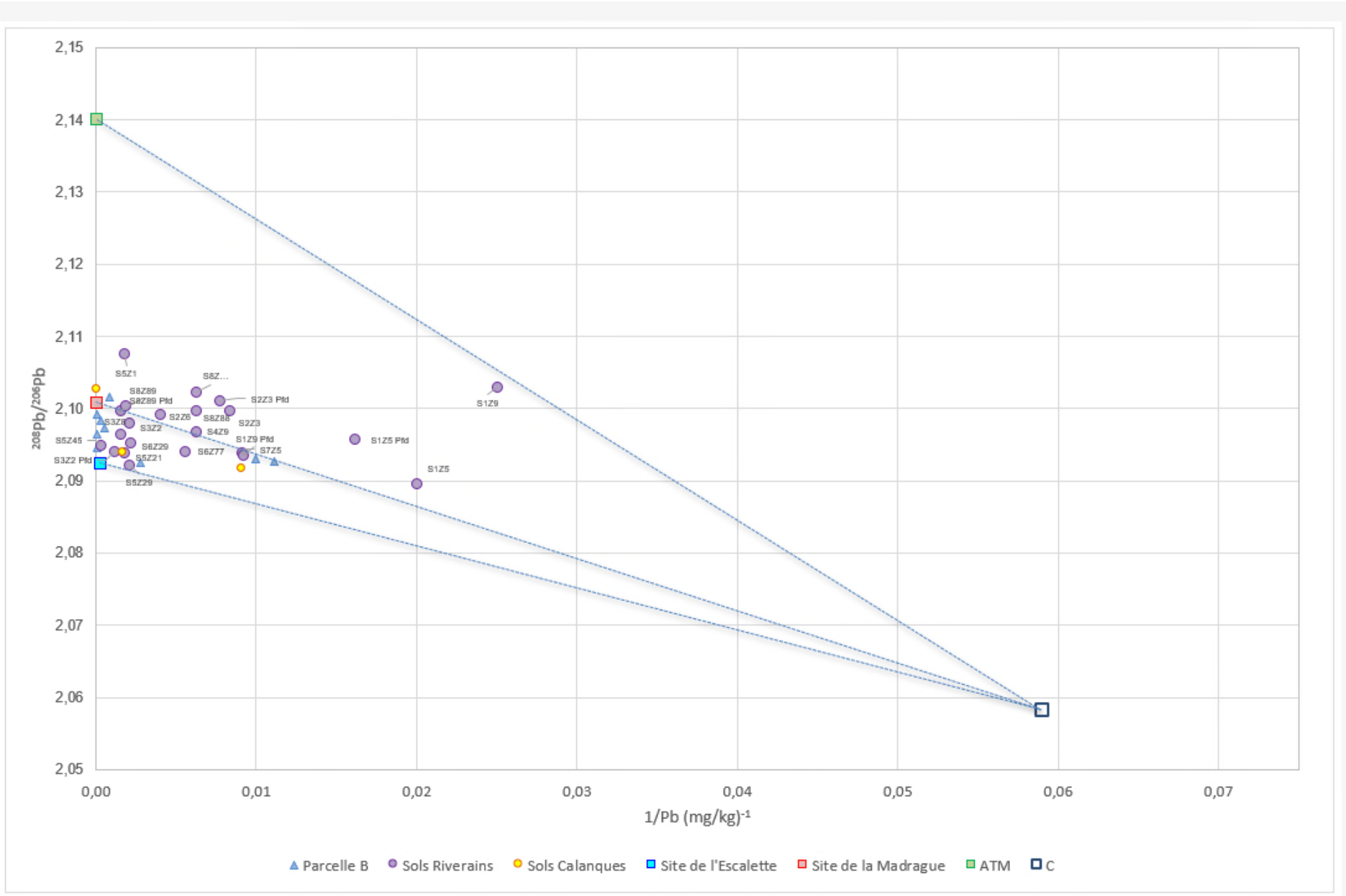


Figure 3 – Representation graphique du rapport $^{206}Pb/^{207}Pb$ en fonction de 1/Pb

Angelidis M.O., Radakovitch O., Veron A., Aloupi M., Heussner S., Price B. 2011. Pollutant metal and sapropel imprints in deep Mediterranean sediments. Marine Poll. Bull., 62, 1041-1052.

Austruy A., Dron J., Charbonnier E., Babaguela N., Miche H., Keller C., Chamaret P. 2016. Teneurs naturelles et apports anthropiques en éléments traces dans les sols à l'ouest de l'étang de Berre. Etude et Gestion des Sols 22, 125-141.

Carignan J., Libourel G., Cloquet C., Le Forestier L. 2005. Lead isotopic composition of fly ash and gas residues from municipal solid waste combustors in France: implications for atmospheric lead source tracing. Environ. Sci. Technol. 39, 2018-2024.

Cloquet C., Carignan J., Libourel G. 2006. Atmospheric pollutant dispersion around an urban area using trace metal concentrations and Pb isotopic compositions in epiphytics lichens. Atm. Envrion. 40, 574-587.

Ferrand J.L., Hamelin B., Monaco A. 1999. Isotopic tracing of anthropogenic Pb inventories and sedimentary fluxes in the Gulf of Lion (NW Mediterranean Sea). Cont. Shelf Res. 19, 23-47.

Kylander M. E., Klaminder J., Bindler R., Weiss D. J. 2010. Natural lead isotope variations in the atmosphere. Earth Planet. Sci. Lett. 290, 44-53.

Mason B. 1966. Composition of the Earth. Nature 211, 616-618.

Millot R., Allegre C.J., Gaillardet J., Roy S. 2004. Lead isotope systematics of major river sediments: a new estimate of the Pb isotopic composition of the Upper Continental Crust. Chem. Geol. 203, 75-90.

Monna F., Ben Othman D., Luck, J.M. 1995. Pb isotopes and Pb, Zn and Cd concentrations in the rivers feeding a coastal pond (Thau, southern France): contraints on the origin(s) and flux(es) of metals. Sci. Tot. Env. 166, 19-34.

Monna F., Lancelot J., Croudace I.W., Cundy A.B., Lewis J.T. 1997. Pb isotopic composition of ariborne particulate material from Frabne and the southern United Kingdom: implications for Pb pollution sources in urban areas. Environ. Sci. Technol. 31, 2227-2286.

Petit D., Véron A., Flament P., Deboudt K., Poirier A. 2015. Review of pollutant lead decline in urban air and human blood: a case study from northwestern Europe. CR Geoscience 347, 247-256.

Raveux O. 1998. Marseille, ville des métaux et de la vapeur au XIXe siècle. Coll.: Patrimoines de la Méditerranée. CNRS éditions, Paris, 302p.

Rodnick R.C, Fountain D.M. 1995. Nature and composition of the continental crust, a lower crustal perspective. Rev. Geophys. 32, 267-309.

Roy S. 1996. Utilisation des isotopes du Pb et du Sr comme traceurs des apports anthropiques et naturels dans les précipitations et les rivières du bassin de Paris. Thèse de Doctorat de l'Université Denis Diderot, Paris 7, et de l'Institut de Physique du Globe de Paris.

Taylor S.R. 1964. Abundance of chemical elements in the continental crust, a new table. Geochim. Cosmochim. Acta 28(8), 1273-1285.

Taylor S.R., McLennan S.M. 1985. The continental crust: its composition and evolution. Oxford Blackwell Scientific, 312p.

Veron A., Flament P., Bertho M.L., Alleman L., Flegal R., Hamelin B. 1999. Isotopic evidence of pollutant lead sources in northwestern France. Atm. Environ. 33, 3377-3388.

Vinogradov A.P. 1959. The geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils. Consultants Bureau Press Inc., New York, pp 65-70.

Wedepohl K.H. 1995. The composition of te continental crust. Geochim. Cosmochim. Acta 59(7), 1217-1232.

Widory D., Le Moullec Y., Roy S., Guerrot C., 2014. The origin of atmospheric particles in Paris: a view through carbon and lead isotopes. Atm. Env. 38(7), 953-961.

Widory D., 2006. Lead isotopes decipher multiple origins within single PM10 samples in the atmosphere of Paris, Isotopes in Environ. Health Studies 42(1), 97–105.

A6.7	**Tableaux des résultats d'analyse des sols – screening réalisés par le CEREGE**

Série & n°		17E102294-001	17E102294-007	17E102294-009	17E102294-010	17E102294-016	17E102294-0018	17E102294-022	17E102294-024	17E102294-027
Nom		TM1 (0-0,05)	CHASSE 4 (0-0,05)	CHASSA 6 (0-0,05)	S1Z3TM1 (0-0,05)	S1Z5TM2 (0-0,05)	S1Z9TM1 (0-0,05)	S2Z3TM1 (0-0,05)	S2Z6TM1 (0-0,05)	S3Z1TM1 (0-0,05)
n° Analyse		ERG_S2_01	ERG_S2_02	ERG_S2_03	ERG_S2_04	ERG_S2_05	ERG_S2_06	ERG_S2_07	ERG_S2_08	ERG_S2_09
Ag	µg/g	3,94	0,50	0,19	0,16	0,15	0,09	1,06	0,57	0,85
Al	**mg/g**	5,46	13,04	2,97	3,09	4,15	4,63	2,50	2,61	4,33
As	µg/g	1 251,47	62,58	10,35	8,07	7,51	5,89	8,88	6,37	33,68
Ba	µg/g	203,48	192,46	120,18	128,39	116,09	158,32	192,47	324,45	249,26
Be	µg/g	2,71	2,32	0,96	1,01	0,65	0,65	1,06	0,82	1,05
Bi	µg/g	1,67	0,43	0,21	0,20	0,19	0,13	0,53	0,58	0,42
Ca	**mg/g**	24,96	6,56	52,98	41,79	50,14	46,73	27,26	35,40	43,80
Cd	µg/g	69,95	1,30	0,33	0,16	0,34	0,36	0,78	0,93	1,09
Ce	µg/g	8,85	5,95	0,05	0,79	0,45	<	0,23	0,36	<
Co	µg/g	12,98	11,00	5,36	7,00	4,81	3,29	5,25	5,25	7,25
Cr	µg/g	110,44	93,09	29,19	41,09	44,70	50,12	42,46	29,69	43,76
Cs	µg/g	5,42	3,16	4,27	3,38	1,92	1,50	2,38	1,97	2,55
Cu	µg/g	47,80	33,38	19,45	24,96	26,64	19,65	43,30	77,05	89,44
Fe	**mg/g**	35,29	30,80	15,39	18,24	13,52	11,09	14,92	13,95	15,83
Ga	µg/g	15,84	13,63	7,67	8,07	5,95	3,99	6,17	4,52	5,88
Ge	µg/g	6,76	4,50	1,90	2,51	1,88	1,80	2,15	1,80	2,21
Hg	µg/g	2,67	0,54	0,28	0,19	0,32	1,20	0,29	0,45	0,63
K	**mg/g**	11,42	10,49	10,04	10,93	7,22	6,78	9,07	6,05	6,83
La	µg/g	3,24	0,58	0,03	0,40	0,23	<	0,11	0,15	<
Li	µg/g	63,50	52,46	28,70	24,21	20,64	12,79	20,25	14,52	20,03
Mg	**mg/g**	1,47	0,72	5,87	4,50	6,01	5,73	3,25	4,46	5,58
Mn	µg/g	697	1 028	369	649	351	467	534	393	320
Mo	µg/g	1,37	1,92	1,94	0,97	0,69	1,06	0,94	1,60	1,73
Na	**mg/g**	4,77	5,42	1,77	3,87	1,86	3,62	4,43	2,80	2,28
Nb	µg/g	15,37	14,17	7,28	7,35	6,23	4,98	5,69	5,23	5,46
Ni	µg/g	55,69	45,34	20,57	27,34	18,29	15,75	19,04	20,29	19,81
P	µg/g	334	412	1 234	885	1 001	3 023	2 404	3 159	1 944
Pb	**mg/g**	23,71	0,59	0,11	0,02	0,05	0,04	0,12	0,25	0,47
Rb	µg/g	30,22	8,73	48,83	54,14	29,41	30,48	43,98	28,85	31,40
S	**mg/g**	1,40	0,83	1,51	1,10	0,47	0,92	0,86	2,01	1,18
Sb	µg/g	359,02	15,72	4,80	1,20	1,52	2,11	2,81	4,61	22,42
Sc	µg/g	1,75	2,57	0,64	0,82	1,00	0,77	0,69	0,60	0,75
Si	**mg/g**	198,22	205,86	89,78	124,44	104,63	99,95	99,09	66,61	92,48
Sn	µg/g	75,52	8,73	8,38	2,51	3,39	2,39	5,80	25,10	155,10
Sr	µg/g	74,31	42,81	173,35	298,76	165,82	287,15	206,48	157,91	149,89
Ta	µg/g	2,57	1,79	0,77	0,68	0,60	0,59	0,45	0,53	0,48
Th	µg/g	1,00	0,84	0,05	0,01	0,07	0,00	0,01	0,01	0,01
Ti	mg/g	4,29	3,77	1,80	1,93	1,63	1,63	1,61	1,61	1,53
Tl	µg/g	14,06	1,26	0,47	0,20	0,18	0,14	0,28	0,18	0,58
U	µg/g	2,71	3,64	1,91	1,82	1,68	1,46	2,53	2,20	2,22
V	µg/g	112,57	86,29	44,13	42,48	35,46	23,45	34,75	27,14	35,22
W	µg/g	1,97	2,12	1,07	1,08	1,34	0,91	2,95	1,50	3,98
Y	µg/g	2,44	1,32	0,40	0,08	0,52	0,24	0,14	0,25	0,16
Zn	µg/g	2 587,54	235,88	152,66	68,29	104,32	190,81	307,12	727,84	700,27
Zr	µg/g	91,82	106,02	4,28	44,48	29,62	14,52	17,19	16,78	8,93
n° Analyse		ERG_S2_01	ERG_S2_02	ERG_S2_03	ERG_S2_04	ERG_S2_05	ERG_S2_06	ERG_S2_07	ERG_S2_08	ERG_S2_09
Série & n°		17E102294-001	17E102294-002	17E102294-003	17E102294-004	17E102294-005	17E102294-006	17E102294-007	17E102294-008	17E102294-009
Nom										

Série & n°		17E102294-030	17E102294-035	17E102294-038	17E102294-039	17E102294-043	17E102294-046	17E102294-048	17E102294-052	17E102294-054
Nom		S3Z2TM2 (0-0,05)	S3Z8TM2 (0-0,05)	S4Z9TM1 (0-0,05)	S4Z12TM1 (0-0,05)	S4Z43TM1 (0-0,05)	PA TMb (0-0,05)	S5Z1TM1 (0-0,05)	S5Z29TM1 (0-0,05)	S5Z45TM1 (0-0,05)
n° Analyse		ERG_S2_10	ERG_S2_11	ERG_S2_12	ERG_S2_13	ERG_S2_14	ERG_S2_15	ERG_S2_16	ERG_S2_17	ERG_S2_18
Ag	µg/g	0,85	2,18	0,38	0,13	0,52	0,10	0,31	0,93	3,00
Al	**mg/g**	3,52	3,92	6,07	1,38	4,22	4,11	4,55	3,10	2,64
As	µg/g	23,18	31,51	9,76	6,41	15,96	16,92	24,64	71,62	691,90
Ba	µg/g	157,37	956,34	249,20	33,82	478,59	61,78	348,69	771,25	4 266,32
Be	µg/g	0,92	2,02	1,10	0,32	1,24	0,63	0,66	0,98	2,00
Bi	µg/g	0,42	7,37	0,40	0,17	2,12	0,12	0,75	4,36	1,28
Ca	**mg/g**	44,48	56,27	83,35	17,47	27,62	35,13	70,45	48,35	47,16
Cd	µg/g	1,10	1,54	0,65	1,18	0,95	0,22	1,47	1,41	5,06
Ce	µg/g	<	4,11	1,37	<	0,85	<	1,81	1,11	0,99
Co	µg/g	6,85	11,61	5,88	2,99	6,47	4,22	5,81	6,66	8,75
Cr	µg/g	28,50	93,29	54,87	16,95	31,01	59,69	33,03	57,85	37,62
Cs	µg/g	3,19	5,45	2,91	1,06	3,83	1,62	2,28	3,82	5,46
Cu	µg/g	81,45	133,13	47,38	37,87	82,15	10,09	87,35	106,06	96,86
Fe	**mg/g**	15,60	24,65	16,14	9,36	15,78	13,33	15,40	20,76	76,86
Ga	µg/g	5,96	9,27	6,77	2,52	6,51	4,82	6,07	6,40	5,89
Ge	µg/g	2,17	3,55	2,29	1,22	2,81	1,91	1,87	2,48	6,20
Hg	µg/g	0,64	0,87	0,89	0,13	0,85	0,07	0,57	0,44	1,11
K	**mg/g**	6,71	10,35	8,04	3,50	9,55	8,14	8,07	8,52	7,19
La	µg/g	<	2,12	0,59	<	0,32	<	0,93	0,51	0,39
Li	µg/g	20,23	32,48	23,17	6,72	19,76	17,44	21,40	19,92	21,24
Mg	**mg/g**	6,32	4,02	5,92	2,66	3,28	4,28	6,36	5,29	5,35
Mn	µg/g	337	623	443	203	503	519	377	836	1 672
Mo	µg/g	1,41	1,79	2,19	0,93	1,32	0,47	1,41	3,74	4,66
Na	**mg/g**	2,46	5,22	3,26	1,78	4,58	4,67	1,84	3,09	2,95
Nb	µg/g	5,14	9,45	6,44	3,27	5,42	3,83	6,74	6,42	5,19
Ni	µg/g	18,54	35,23	27,57	13,02	20,18	17,66	20,39	43,77	26,22
P	µg/g	1 968	4 976	2 404	762	3 405	792	1 438	3 362	3 190
Pb	**mg/g**	0,48	0,65	0,16	0,11	0,23	0,02	0,56	0,48	3,25
Rb	µg/g	36,09	65,87	46,92	15,46	47,88	38,51	33,84	44,75	38,43
S	**mg/g**	1,25	1,45	1,02	0,62	0,98	0,41	12,52	14,79	22,34
Sb	µg/g	25,79	16,44	4,71	4,44	6,51	0,85	7,28	18,34	81,43
Sc	µg/g	0,71	1,46	1,35	0,31	1,03	0,62	1,06	0,93	0,94
Si	**mg/g**	103,09	198,02	151,37	69,73	130,19	121,78	86,29	91,54	74,22
Sn	µg/g	32,12	58,00	11,30	8,43	25,48	1,81	191,86	17,80	76,65
Sr	µg/g	136,60	358,56	184,37	84,91	207,31	357,25	217,68	213,03	255,64
Ta	µg/g	0,42	0,75	0,51	0,24	0,47	0,31	0,72	0,48	0,38
Th	µg/g	0,00	0,14	0,14	<	0,06	0,00	0,23	0,20	0,11
Ti	mg/g	1,42	2,36	1,84	0,80	1,66	1,16	1,49	1,47	1,20
Tl	µg/g	0,61	1,33	0,29	0,10	0,37	0,16	0,52	18,88	96,32
U	µg/g	2,20	3,74	2,44	1,51	2,53	1,09	2,04	2,64	3,39
V	µg/g	33,52	64,33	37,62	18,73	35,03	24,78	38,63	39,29	43,59
W	µg/g	4,28	6,35	1,94	1,42	15,07	0,70	13,67	5,31	17,34
Y	µg/g	0,05	1,15	1,35	0,00	0,62	0,05	1,01	0,64	0,50
Zn	µg/g	674,47	881,37	199,73	319,23	469,10	170,81	1 359,71	724,27	1 534,55
Zr	µg/g	10,24	42,49	21,48	3,33	15,31	20,05	12,89	15,50	18,61
n° Analyse		ERG_S2_10	ERG_S2_11	ERG_S2_12	ERG_S2_13	ERG_S2_14	ERG_S2_15	ERG_S2_16	ERG_S2_17	ERG_S2_18
Série & n°		17E102294-010	17E102294-011	17E102294-012	17E102294-013	17E102294-014	17E102294-015	17E102294-016	17E102294-017	17E102294-018
Nom										

Série & n°		17E102294-055	17E102294-058	17E102294-060	17E102294-063	17E102294-066	17E102294-070	17E102294-074	17E102294-075
Nom		S6Z3TM1 (0-0,05)	S6Z29TM1 (0-0,05)	S6Z34TM1 (0-0,05)	S6Z38TH1 (0-0,05)	S6Z47TM1 (0-0,05)	S6Z77TM1 (0-0,05)	S6Z105TM1 (0-0,05)	S7Z5TM1 (0-0,05)
n° Analyse		ERG_S2_19	ERG_S2_20	ERG_S2_21	ERG_S2_22	ERG_S2_23	ERG_S2_24	ERG_S2_25	ERG_S2_26
Ag	µg/g	0,36	0,35	0,19	0,28	2,50	0,28	0,26	0,40
Al	**mg/g**	2,30	3,41	2,53	3,31	5,57	4,00	3,60	3,25
As	µg/g	56,13	50,50	18,34	10,08	26,95	30,03	10,25	9,42
Ba	µg/g	212,78	262,60	92,20	164,38	861,91	226,86	447,90	191,64
Be	µg/g	1,05	1,52	0,60	1,21	2,80	1,41	1,20	0,69
Bi	µg/g	0,30	0,40	0,18	1,28	13,62	0,63	2,02	0,23
Ca	**mg/g**	32,19	29,34	40,65	41,05	19,71	26,45	69,13	62,11
Cd	µg/g	0,69	1,31	0,65	0,37	1,33	0,71	0,65	0,48
Ce	µg/g	5,63	7,18	0,49	0,65	14,52	13,74	12,70	1,05
Co	µg/g	5,27	8,21	3,15	6,56	10,29	7,16	4,58	3,90
Cr	µg/g	27,15	53,97	24,03	40,75	88,33	65,79	43,19	50,29
Cs	µg/g	2,93	5,09	1,55	2,22	6,47	3,22	2,11	2,24
Cu	µg/g	56,12	29,19	15,16	45,18	349,25	37,26	38,85	46,34
Fe	**mg/g**	17,30	28,00	9,88	17,47	30,17	37,62	14,67	12,62
Ga	µg/g	8,08	10,34	4,18	8,03	10,55	8,59	6,69	4,86
Ge	µg/g	2,01	3,01	1,76	2,43	4,39	4,21	2,46	1,91
Hg	µg/g	0,25	0,13	0,20	0,43	0,42	0,35	0,34	0,41
K	**mg/g**	8,63	10,50	6,43	9,89	12,96	10,72	10,53	7,62
La	µg/g	2,24	1,40	0,25	0,28	5,45	6,16	5,77	0,51
Li	µg/g	20,96	40,13	12,33	26,30	32,29	25,94	13,90	14,93
Mg	**mg/g**	4,92	4,27	4,71	4,76	2,07	2,44	5,92	3,54
Mn	µg/g	379	586	380	496	630	552	432	486
Mo	µg/g	1,35	1,70	0,47	0,99	1,92	1,11	0,88	0,82
Na	**mg/g**	2,10	3,07	2,62	2,86	3,68	5,01	8,95	3,72
Nb	µg/g	6,96	9,06	6,99	8,09	11,13	8,28	6,58	4,52
Ni	µg/g	20,67	38,25	10,39	24,75	34,92	31,95	18,35	18,84
P	µg/g	2 148	1 296	942	1 684	2 468	900	1 279	3 575
Pb	**mg/g**	0,16	0,46	0,22	0,08	0,46	0,18	0,11	0,11
Rb	µg/g	43,49	69,40	30,57	45,34	68,19	56,98	43,42	44,79
S	**mg/g**	11,64	9,06	1,91	10,38	1,44	0,71	18,27	20,42
Sb	µg/g	5,28	9,64	4,46	2,13	10,35	6,75	3,65	2,46
Sc	µg/g	1,31	1,61	0,65	0,90	1,33	1,14	1,03	0,99
Si	**mg/g**	59,15	91,70	115,30	108,91	129,33	158,13	181,92	151,28
Sn	µg/g	5,33	7,33	5,56	8,80	42,72	6,14	7,35	15,11
Sr	µg/g	140,36	133,83	170,15	207,82	142,96	152,26	215,48	228,84
Ta	µg/g	0,51	0,68	0,56	0,62	0,87	0,62	0,55	0,36
Th	µg/g	1,08	1,57	0,11	0,12	1,20	0,85	0,44	0,11
Ti	mg/g	2,00	2,20	1,92	2,03	2,74	2,36	2,01	1,48
Tl	µg/g	0,41	0,75	0,30	0,33	0,55	0,48	0,30	0,38
U	µg/g	2,97	3,45	1,79	2,06	3,04	2,19	2,01	2,10
V	µg/g	47,20	64,76	24,29	43,71	58,80	51,13	32,67	27,92
W	µg/g	2,18	2,51	0,88	1,88	25,02	2,41	3,03	1,77
Y	µg/g	1,93	1,49	0,29	0,30	1,88	1,33	1,34	0,40
Zn	µg/g	221,90	269,05	91,41	355,73	1 039,74	219,49	321,77	277,12
Zr	µg/g	43,67	53,00	26,37	22,08	84,77	61,20	27,89	11,61
n° Analyse		ERG_S2_19	ERG_S2_20	ERG_S2_21	ERG_S2_22	ERG_S2_23	ERG_S2_24	ERG_S2_25	ERG_S2_26
Série & n°		17E102294-019	17E102294-020	17E102294-021	17E102294-022	17E102294-023	17E102294-024	17E102294-025	17E102294-026
Nom									

Série & n°		17E102294-081	17E102294-085	17E102294-088	17E102294-093	17E102294-095	17E102294-097	17E102294-099	17E102294-105
Nom		S7Z38TM1 (0-0,05)	S7Z68TM2 (0-0,05)	S8Z6TM1 (0-0,05)	S8Z26TM1 (0-0,05)	S8Z60TM1 (0-0,05)	S8Z88TM1 (0-0,05)	S8Z89TM1 (0-0,05)	S9Z13TM1 (0-0,05)
n° Analyse		ERG_S2_27	ERG_S2_28	ERG_S2_29	ERG_S2_30	ERG_S2_31	ERG_S2_32	ERG_S2_33	ERG_S2_34
Ag	µg/g	0,27	0,21	0,32	1,30	0,51	3,92	1,22	0,43
Al	**mg/g**	1,42	3,01	2,03	3,37	1,44	2,36	3,03	1,80
As	µg/g	8,03	7,23	9,65	8,88	7,68	15,37	21,46	11,23
Ba	µg/g	82,82	221,46	306,66	185,23	337,29	596,42	502,23	271,77
Be	µg/g	0,75	0,78	1,11	1,47	0,66	1,02	1,01	0,99
Bi	µg/g	0,71	0,21	0,35	0,25	0,37	1,07	1,80	25,35
Ca	**mg/g**	34,64	70,69	45,62	42,55	39,50	39,90	38,31	40,17
Cd	µg/g	0,68	0,51	0,58	0,27	1,00	1,06	1,72	0,66
Ce	µg/g	<	0,39	3,71	1,13	0,10	1,22	0,13	1,67
Co	µg/g	5,16	3,99	5,51	5,97	4,51	5,35	6,30	5,08
Cr	µg/g	45,64	53,44	37,56	44,54	31,54	45,00	43,50	49,34
Cs	µg/g	1,12	1,40	2,72	2,28	1,86	2,98	3,38	2,96
Cu	µg/g	368,58	25,22	44,91	33,31	59,39	103,31	115,98	45,94
Fe	**mg/g**	14,61	13,22	14,40	18,90	11,36	19,14	17,11	14,63
Ga	µg/g	5,71	5,10	6,48	7,76	4,11	5,96	5,48	5,85
Ge	µg/g	1,95	1,82	2,38	2,63	1,43	2,33	2,52	2,38
Hg	µg/g	0,36	0,80	0,33	0,25	0,35	1,08	2,59	0,51
K	**mg/g**	7,52	8,12	8,95	10,57	5,44	7,35	6,58	8,91
La	µg/g	<	0,11	0,60	0,53	0,04	0,42	0,05	0,92
Li	µg/g	16,87	16,41	21,57	24,49	11,96	18,85	17,01	18,72
Mg	**mg/g**	3,93	7,21	6,13	4,31	4,22	6,10	4,85	3,74
Mn	µg/g	487	422	514	456	293	524	495	511
Mo	µg/g	1,04	1,18	0,86	0,94	0,90	1,31	1,93	0,81
Na	**mg/g**	3,36	3,36	3,67	3,48	2,60	3,64	2,87	4,22
Nb	µg/g	5,31	5,60	6,90	7,44	4,72	5,94	4,89	6,08
Ni	µg/g	20,57	21,70	18,82	21,76	15,49	19,80	23,30	18,47
P	µg/g	3 586	2 030	3 009	2 116	2 633	5 589	4 583	2 221
Pb	**mg/g**	0,13	0,15	0,11	0,04	0,16	0,16	0,65	0,15
Rb	µg/g	24,04	30,77	45,64	46,46	27,35	42,82	36,21	49,76
S	**mg/g**	5,61	64,48	3,00	1,24	0,97	2,06	1,99	0,88
Sb	µg/g	3,72	2,41	2,59	1,59	5,12	3,32	8,36	3,91
Sc	µg/g	0,46	0,80	1,10	1,17	0,39	0,55	0,64	0,84
Si	**mg/g**	99,16	121,29	124,69	132,20	84,20	104,94	103,81	174,43
Sn	µg/g	15,72	7,06	8,79	5,87	9,26	15,95	27,62	10,65
Sr	µg/g	193,23	214,27	183,58	198,32	148,01	349,50	261,23	192,71
Ta	µg/g	0,43	0,45	0,57	0,58	0,34	0,46	0,41	0,46
Th	µg/g	0,01	0,08	0,14	0,22	0,07	0,04	0,03	0,28
Ti	mg/g	1,59	1,66	2,04	1,90	1,26	1,69	1,29	1,71
Tl	µg/g	0,30	0,22	0,31	0,28	0,16	0,26	0,46	0,28
U	µg/g	2,50	1,64	2,59	2,09	1,65	2,26	3,53	1,76
V	µg/g	34,88	32,04	37,48	44,72	25,22	32,27	31,53	35,07
W	µg/g	1,88	1,14	2,04	1,45	3,40	5,23	12,69	5,04
Y	µg/g	0,06	0,22	0,46	0,68	0,30	0,31	0,27	0,54
Zn	µg/g	308,37	208,58	307,28	112,12	470,98	610,00	1 132,32	290,37
Zr	µg/g	7,66	30,93	33,73	21,49	6,78	10,00	10,65	11,84
n° Analyse		ERG_S2_27	ERG_S2_28	ERG_S2_29	ERG_S2_30	ERG_S2_31	ERG_S2_32	ERG_S2_33	ERG_S2_34
Série & n°		17E102294-027	17E102294-028	17E102294-029	17E102294-030	17E102294-031	17E102294-032	17E102294-033	17E102294-034
Nom									

Série & n°		17E102294-107	17E102294-109
Nom		S9Z15TM1 (0-0,05)	S9Z25TM1 (0-0,05)
n° Analyse		ERG_S2_35	ERG_S2_36
Ag	µg/g	0,36	0,28
Al	**mg/g**	4,24	2,65
As	µg/g	14,26	7,35
Ba	µg/g	318,75	254,26
Be	µg/g	1,32	0,83
Bi	µg/g	2,23	0,97
Ca	**mg/g**	37,38	38,12
Cd	µg/g	0,88	0,44
Ce	µg/g	3,25	0,41
Co	µg/g	7,61	4,18
Cr	µg/g	58,41	26,31
Cs	µg/g	3,88	2,34
Cu	µg/g	103,57	33,74
Fe	**mg/g**	21,29	13,09
Ga	µg/g	8,57	5,40
Ge	µg/g	2,76	2,03
Hg	µg/g	0,59	0,15
K	**mg/g**	9,35	8,39
La	µg/g	1,97	0,20
Li	µg/g	25,81	17,66
Mg	**mg/g**	4,32	3,85
Mn	µg/g	585	410
Mo	µg/g	1,07	0,52
Na	**mg/g**	3,00	4,08
Nb	µg/g	9,34	6,01
Ni	µg/g	26,42	14,24
P	µg/g	2 971	2 140
Pb	**mg/g**	0,15	0,08
Rb	µg/g	57,83	42,89
S	**mg/g**	7,20	1,04
Sb	µg/g	4,23	2,69
Sc	µg/g	1,09	0,73
Si	**mg/g**	129,39	144,47
Sn	µg/g	15,02	5,53
Sr	µg/g	208,47	222,88
Ta	µg/g	0,67	0,46
Th	µg/g	0,91	0,05
Ti	mg/g	2,84	1,83
Tl	µg/g	0,33	0,20
U	µg/g	2,56	1,73
V	µg/g	50,78	29,04
W	µg/g	3,61	3,92
Y	µg/g	1,45	0,23
Zn	µg/g	494,42	267,42
Zr	µg/g	22,47	19,88
n° Analyse		ERG_S2_35	ERG_S2_36
Série & n°		17E102294-035	17E102294-036
Nom			

Série & n°		18E009685-001	18E009685-002	18E009685-003	18E009685-004	18E009685-005	18E01284-001	18E006246-006	18E006246-009	18E006246-016
Nom		S1Z5TM1 (0,05-0,3)	S1Z9TM1 (0,05-0,25)	S2Z3TM1 (0,05-0,25)	S3Z2TM2 (0,05-0,3)	S5Z21TM1 (0-0,05)	S8Z9TM1 (0,05-0,4)			
n° Analyse		S3_1	S3_2	S3_3	S3_4	S3_5	S3_6	S3_7	S3_8	S3_9
Ag	µg/g	0,11	0,08	0,69	1,27	0,83	1,01	0,63	0,24	0,12
Al	**mg/g**	3,52	2,64	5,65	4,22	2,92	4,11	14,97	7,58	4,43
As	µg/g	8,32	6,28	9,37	51,14	123	25,35	105	69,27	68,35
Ba	µg/g	95,6	71,67	151	125	853	347	124	121	18,78
Be	µg/g	0,79	0,49	0,83	0,94	0,77	1,12	1,21	1,28	0,72
Bi	µg/g	0,21	0,3	0,66	0,93	0,76	2,91	0,81	0,47	0,29
Ca	**mg/g**	40,7	38,77	50,2	31,56	23,85	32,84	12,34	39,31	30,05
Cd	µg/g	0,35	0,59	0,8	0,96	2,28	1,8	4,96	1,8	0,94
Ce	µg/g	0,15	0,03	0,21	0,03	0,01	0	17,4	1,94	0,03
Co	µg/g	4,85	3,56	5,07	8,71	7,26	7,3	7,94	8,88	4,91
Cr	µg/g	25,01	53,47	61,32	21,18	29,19	40,07	54,55	40,36	37,07
Cs	µg/g	1,24	0,77	1,8	2,14	3,6	2,9	3,76	1,74	2,84
Cu	µg/g	24,33	21,17	40,76	126	104	115	34,12	20,56	11,54
Fe	**mg/g**	12,68	10,54	14,61	14,55	28,46	18,63	22,21	24,17	14,93
Ga	µg/g	6,92	4,01	6,09	5,04	4,39	5,87	9,67	11,6	6,37
Ge	µg/g	2,64	2,16	2,91	2,9	4,02	3,78	4,06	4,29	2,56
Hg	µg/g	1,09	14,4	0,51	1,76	0,93	3,69	0,09	<LQ	<LQ
K	**mg/g**	5,02	3,33	5,22	3,8	4,15	3,84	5,28	7,13	4,72
La	µg/g	0,07	0,02	0,1	0,03	0,03	0,02	5,72	0,74	0,02
Li	µg/g	24,03	11	17,16	14,97	13,01	15,51	29,12	36,31	19,75
Mg	**mg/g**	4,93	4,93	4,91	3,97	4,59	5,26	1,15	3,96	3,05
Mn	µg/g	319	347	421	302	321	405	889	662	367
Mo	µg/g	0,71	1,08	0,99	1,68	1,98	2,61	1,13	1,18	1,04
Na	**mg/g**	1,4	2,75	3,65	2,76	1,78	2,43	2,71	4,36	2,46
Nb	µg/g	9,22	2,53	3,47	2,1	1,65	1,95	5,7	10,75	4,47
Ni	µg/g	13,95	13,89	18,56	18,23	15,59	23,2	28,08	34,12	22,25
P	**mg/g**	0,58	2,44	2,06	1,75	2,63	4,45	0,62	0,43	0,32
Pb	µg/g	62,34	109	129	887	557	534	2156	652	466
Rb	µg/g	29,25	21,65	44,99	32,85	35,43	37,12	58,34	55,42	49,22
S	**mg/g**	2,22	2,15	2,33	1,92	4,7	2,96	2,1	2,04	1,73
Sb	µg/g	4,28	2,84	2,72	34,9	25,61	9,66	22,87	10,42	19,82
Sc	µg/g	1,13	0,49	0,86	0,42	0,04	0,28	1,45	1,66	0,46
Si	**mg/g**	113	114	133	96,35	45,56	87,45	75,07	104	82,82
Sn	µg/g	6,85	38,48	4,9	58,96	15,53	45,47	13,18	5,78	7,06
Sr	µg/g	212	278	279	145	158	232	70,25	111	106
Th	µg/g	2,28	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	1,61	<LQ	<LQ
Ti	**mg/g**	1,82	1,63	1,89	1,38	1,08	1,34	2,46	3,17	1,75
Tl	µg/g	0,23	0,18	0,31	1,1	10,52	0,59	1,35	0,9	0,81
U	µg/g	1,76	1,76	2,21	2,66	1,65	4,66	1,84	2,51	1,9
V	µg/g	33,13	25,15	34,62	31,21	27,73	36,4	70,96	80,71	46,4
W	µg/g	1,35	0,79	2,26	4,34	4,76	14,39	1,22	1,41	0,83
Y	µg/g	0,09	0,04	0,16	0,04	0,02	0,01	3,25	0,75	0,02
Zn	µg/g	253	266	313	701	845	1256	392	146	194
Zr	µg/g	18,76	6,22	15,56	6,54	7,37	11,28	87,1	43,54	14,94
Série & n°		18E009685-001	18E009685-002	18E009685-003	18E009685-004	18E009685-005	18E01284-001	18E006246-006	18E006246-009	18E006246-016
Nom		S1Z5TM1 (0,05-0,3)	S1Z9TM1 (0,05-0,25)	S2Z3TM1 (0,05-0,25)	S3Z2TM2 (0,05-0,3)	S5Z21TM1 (0-0,05)	S8Z9TM1 (0,05-0,4)			
n° Analyse		S3_1	S3_2	S3_3	S3_4	S3_5	S3_6	S3_7	S3_8	S3_9

Résultats analyse ERG – Sol phase 4 - 30 échantillons

Vos références		18E105294-001	18E105294-002	18E105294-003	18E105294-004	18E105294-005	18E105294-006	18E105294-007	18E105294-008	18E105294-009	18E105294-010	18E105294-011	18E105294-012	18E105294-013	18E105294-014	18E105294-015
		Zsc1	Zsc2	Zsc3	Zsc4	Zsc5	Zsc6	Zsc7	Zsc8	Zsc9	Zsc10	Zsc11	Zsc12	Chasse1bis	Chasse5bis	TR5bis
Nos références		ERG_4-1	ERG_4-2	ERG_4-3	ERG_4-4	ERG_4-36	ERG_4-6	ERG_4-7	ERG_4-8	ERG_4-9	ERG_4-38	ERG_4-39	ERG_4-40	ERG_4-13	ERG_4-42	ERG_4-16
Ag	ug/g	0,99	1,37	2,71	0,83	1,33	0,94	0,67	0,72	2,17	1,53	3,05	9,68	1,00	0,90	1,64
Al	mg/g	39,28	32,98	24,50	28,04	34,84	25,72	20,16	20,58	24,64	17,46	16,67	17,50	15,63	24,73	39,17
As	ug/g	113	209	1829	59,49	51,27	30,89	48,78	63,02	127	108	683	79,39	83,55	111	281
Ba	ug/g	228	247	155	227	273	233	173	153	218	113	197	191	194	302	259
Be	ug/g	1,74	1,50	1,27	1,68	1,73	1,92	1,55	1,36	2,01	0,53	1,11	1,16	2,00	1,75	1,92
Bi	ug/g	0,82	1,34	2,13	0,64	0,63	0,48	0,44	0,52	0,67	0,70	0,84	0,40	0,64	0,58	1,29
Ca	mg/g	60,24	111,24	80,10	18,53	19,27	21,57	51,13	46,97	24,07	28,03	46,93	70,54	15,19	23,27	47,63
Cd	ug/g	2,90	6,05	73,06	1,39	1,51	0,85	1,18	1,32	1,47	3,63	6,47	0,93	2,06	2,02	9,26
Ce	ug/g	29,78	6,32	2,39	18,59	37,01	19,72	2,01	1,98	19,82	17,23	1,58	1,01	9,54	28,63	26,84
Co	ug/g	10,84	8,91	6,28	10,18	10,35	10,85	7,34	9,41	11,96	4,42	6,27	8,65	8,68	8,99	9,59
Cr	ug/g	84,81	56,94	59,11	71,53	87,07	92,94	32,44	47,71	96,56	54,29	29,53	29,84	85,05	65,06	63,91
Cs	ug/g	6,22	5,18	4,26	3,94	5,04	3,85	7,83	7,82	6,24	1,77	3,81	4,43	7,48	5,37	5,09
Cu	ug/g	30,39	44,35	36,41	37,28	40,00	33,05	29,41	26,66	48,52	32,52	23,19	66,24	28,12	32,78	34,88
Fe	mg/g	31,83	23,11	19,37	27,18	26,65	31,44	20,94	21,71	30,55	12,20	18,07	17,83	28,80	27,74	28,14
Ga	ug/g	12,13	9,46	8,42	11,55	12,27	13,36	11,92	9,93	13,89	4,56	8,14	7,78	13,47	12,82	12,63
Ge	ug/g	3,53	2,44	2,88	3,80	4,11	4,23	2,02	2,12	4,19	1,54	1,99	1,78	3,81	3,91	3,70
Hg	ug/g	<0,05	<0,05	23,68	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	4,40	<0,05	<0,05	<0,05
K	mg/g	12,31	10,18	10,35	10,48	12,67	10,49	11,79	12,16	11,72	4,55	8,05	7,34	11,28	12,58	11,91
La	ug/g	12,56	2,77	1,28	6,45	13,07	6,95	0,95	0,84	6,73	13,10	0,62	0,38	2,45	12,44	12,13
Li	ug/g	34,58	27,91	26,64	35,61	33,55	39,45	37,54	33,36	47,92	8,92	26,43	28,56	39,90	34,49	34,90
Mg	mg/g	3,33	4,70	3,99	1,77	1,22	1,78	3,75	4,26	1,36	3,00	4,22	4,53	1,09	1,43	2,10
Mn	ug/g	609	617	358	792	807	761	441	420	503	302	478	432	512	1061	749
Mo	ug/g	2,50	1,35	1,46	1,32	2,19	1,87	2,31	3,76	1,96	1,64	1,47	1,40	2,73	1,22	1,10
Na	mg/g	3,52	3,03	3,55	4,14	3,93	4,70	1,50	2,01	2,40	1,12	2,77	2,03	3,42	4,10	3,97
Nb	ug/g	12,40	8,80	7,01	10,89	11,84	12,67	13,71	8,95	13,94	3,53	8,53	7,42	12,45	11,60	11,61
Ni	ug/g	40,75	33,53	24,53	36,87	35,12	40,99	25,24	31,86	47,44	27,48	24,94	35,77	30,75	34,75	30,26
P	ug/g	497	498	324	364	377	535	456	581	265	626	607	476	585	579	752
Pb	ug/g	1593	3466	12497	1053	615	290	698	826	1663	1845	5644	1727	1202	689	3565
Rb	ug/g	74,96	60,07	53,35	25,89	61,81	18,40	70,72	65,42	24,96	20,00	43,31	45,50	21,80	61,96	61,94
S	mg/g	0,93	1,18	1,17	1,24	1,53	0,77	1,30	1,22	0,76	2,85	1,17	0,93	1,12	1,75	1,25
Sb	ug/g	15,05	42,79	204	15,40	15,24	11,71	26,06	20,81	66,19	51,99	181	117	18,19	17,61	31,87
Sc	ug/g	4,05	3,67	2,20	3,68	3,24	3,98	1,60	2,11	3,09	2,36	1,83	1,94	2,31	2,88	3,80
Si	mg/g	114,86	98,31	149,67	137,44	95,55	131,74	58,13	66,75	157,91	12,58	83,82	82,67	186,01	158,26	124,38
Sn	ug/g	10,49	22,14	67,79	9,09	8,84	5,57	19,64	11,34	20,95	16,50	48,42	44,84	9,53	9,19	17,98
Sr	ug/g	108,37	158,82	197,85	62,02	65,37	55,20	102,75	80,81	57,80	67,78	100,70	98,81	52,88	82,22	103,99
Th	ug/g	4,16	1,90	0,32	3,46	4,71	3,83	0,60	0,41	2,96	2,04	0,25	0,41	1,09	3,23	3,67
Ti	ug/g	3494	2511	2099	3183	3415	3656	2384	2659	3860	936	2254	2117	3372	3163	3419
Tl	ug/g	1,14	1,91	8,21	0,95	1,21	0,90	2,72	1,31	3,12	1,56	3,15	1,38	1,37	3,16	1,86
U	ug/g	2,75	1,90	1,70	2,14	2,87	2,39	2,57	2,56	2,69	1,02	2,56	2,37	2,81	2,42	2,29
V	ug/g	89,75	68,40	52,07	74,97	71,38	92,30	58,41	63,35	81,86	46,36	56,95	53,34	73,57	72,93	77,39
W	ug/g	1,96	1,94	1,58	2,10	4,03	2,20	2,14	2,30	2,51	0,93	1,63	1,82	2,34	2,33	2,61
Y	ug/g	8,12	6,85	1,74	7,48	9,51	10,22	2,24	1,88	5,91	5,46	2,66	2,71	3,32	6,25	8,25
Zn	ug/g	285	512	1867	247	237	164	395	336	531	476	1630	1417	277	255	490
Zr	ug/g	84,61	29,81	19,73	92,71	149,05	122,28	10,16	20,30	112,91	47,22	15,27	9,61	103,32	95,69	96,91
Vos références		18E105294-001	18E105294-002	18E105294-003	18E105294-004	18E105294-005	18E105294-006	18E105294-007	18E105294-008	18E105294-009	18E105294-010	18E105294-011	18E105294-012	18E105294-013	18E105294-014	18E105294-015
		Zsc1	Zsc2	Zsc3	Zsc4	Zsc5	Zsc6	Zsc7	Zsc8	Zsc9	Zsc10	Zsc11	Zsc12	Chasse1bis	Chasse5bis	TR5bis
Nos références		ERG_4-1	ERG_4-2	ERG_4-3	ERG_4-4	ERG_4-36	ERG_4-6	ERG_4-7	ERG_4-8	ERG_4-9	ERG_4-38	ERG_4-39	ERG_4-40	ERG_4-13	ERG_4-42	ERG_4-16

Résultats analyse ERG – Sol phase 4 - 30 échantillons

Vos références		18E105294-017	18E105294-018	18E105294-019	18E105294-020	18E105294-021	18E105294-022	18E105294-023	18E105294-024	18E105294-025	18E105294-026
		18E006246-003(TR3)	18E006246-0010(TR10)	18E006246-0012(TR12)	18E006246-0014(TR14)	Mortier cheminée Escalette	BdfNU1	BdfNU2	BdfNU3	BFGN1	BFGN2
Nos références		ERG_4-18	ERG_4-45	ERG_4-20	ERG_4-21	ERG_4-22	ERG_4-23	ERG_4-24	ERG_4-25	ERG_4-43	ERG_4-27
Ag	ug/g	0,78	0,65	0,59	0,29	10,88	0,82	0,43	0,25	0,31	0,59
Al	mg/g	5,39	11,19	11,07	13,84	4,44	28,01	13,89	10,60	16,23	26,97
As	ug/g	112,4	84,00	68,17	41,16	9901	37,57	26,23	6,93	14,24	22,95
Ba	ug/g	102	118	78,92	141	114	251	126	156	62,93	181
Be	ug/g	0,30	0,89	0,54	0,80	0,32	1,69	0,76	0,73	0,76	1,80
Bi	ug/g	0,62	0,94	0,33	0,27	2,94	0,57	0,37	0,17	0,28	0,42
Ca	mg/g	166,52	37,47	115,61	55,70	35,01	43,03	68,36	79,23	45,43	52,23
Cd	ug/g	1,87	3,15	3,59	1,02	88,14	1,31	0,70	0,25	0,53	0,66
Ce	ug/g	0,24	0,31	0,14	0,74	0,04	24,53	0,76	0,90	0,93	23,43
Co	ug/g	4,59	6,57	4,22	4,38	1,29	9,15	4,46	3,48	5,73	10,65
Cr	ug/g	31,70	26,88	38,72	29,04	6,62	58,67	38,31	23,54	38,90	86,16
Cs	ug/g	1,98	1,94	2,08	2,56	6,52	4,98	2,35	2,08	3,22	5,25
Cu	ug/g	23,54	23,65	17,18	11,62	46,98	33,69	23,14	17,61	19,35	23,03
Fe	mg/g	5,71	14,45	9,28	13,20	6,24	25,93	12,15	10,16	15,57	27,41
Ga	ug/g	2,06	6,68	4,08	5,95	2,05	11,61	5,09	4,66	6,84	12,58
Ge	ug/g	0,89	1,34	1,33	1,59	1,45	3,13	1,43	1,50	1,68	3,81
Hg	ug/g	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	123	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
K	mg/g	4,32	6,01	4,60	7,19	1,40	11,29	6,03	7,68	7,48	10,04
La	ug/g	0,13	0,19	0,07	0,30	0,07	10,44	0,37	0,43	0,44	11,09
Li	ug/g	12,77	15,33	17,12	19,29	3,83	30,97	13,91	13,79	19,62	40,57
Mg	mg/g	3,62	7,16	3,04	5,11	0,74	3,15	2,82	3,68	3,56	2,00
Mn	ug/g	302	287	372	448	49	793	367	314	464	504
Mo	ug/g	1,06	2,31	0,74	0,53	1,61	1,12	0,66	0,67	0,57	0,87
Na	mg/g	1,02	1,82	1,34	3,06	1,29	3,38	1,98	2,78	2,12	2,87
Nb	ug/g	3,94	6,20	4,49	7,03	1,82	10,28	4,78	4,84	6,86	12,01
Ni	ug/g	17,08	27,54	17,13	15,27	4,44	31,20	15,08	12,15	19,23	39,14
P	ug/g	538	808	367	433	268	1371	786	1195	783	331
Pb	ug/g	1435	1287	1393	493	33878	1459	628	127	113	101
Rb	ug/g	25,49	24,67	28,43	37,46	12,13	64,66	32,38	36,20	40,93	64,50
S	mg/g	0,77	1,75	1,01	0,80	136,03	6,63	2,63	1,39	0,80	0,78
Sb	ug/g	16,25	13,81	15,06	11,85	2099	6,92	8,22	1,90	2,06	2,86
Sc	ug/g	0,69	0,81	1,01	1,64	0,20	3,22	1,35	1,45	1,48	2,75
Si	mg/g	49,62	50,06	51,91	79,06	15,22	94,43	87,61	148,40	82,03	182,75
Sn	ug/g	9,38	8,30	7,24	6,22	446	6,25	5,55	5,10	2,52	3,68
Sr	ug/g	168,75	75,98	135,37	95,54	97,80	97,78	113,97	261,57	132,24	82,03
Th	ug/g	<0,05	0,16	<0,05	0,23	<0,05	3,26	0,17	0,29	0,10	2,81
Ti	ug/g	1172	1676	1316	2180	482	2811	1301	1490	1837	3316
Tl	ug/g	1,17	1,19	1,15	0,86	18,63	1,05	0,87	0,28	0,44	0,63
U	ug/g	1,81	2,46	1,89	2,99	1,47	2,51	1,43	1,56	2,25	2,42
V	ug/g	26,62	59,50	34,85	43,74	13,54	73,02	29,61	24,67	41,07	84,58
W	ug/g	11,82	1,25	0,95	1,31	0,97	2,03	1,17	0,96	1,08	2,06
Y	ug/g	0,24	0,27	0,09	1,95	0,11	7,86	2,66	2,10	0,38	5,57
Zn	ug/g	219	249	267	143	6345	204	129	92,50	96,24	115
Zr	ug/g	2,87	7,80	7,43	9,06	0,88	102,06	2,18	3,76	24,40	89,42
Vos références		18E105294-017	18E105294-018	18E105294-019	18E105294-020	18E105294-021	18E105294-022	18E105294-023	18E105294-024	18E105294-025	18E105294-026
		18E006246-003(TR3)	18E006246-0010(TR10)	18E006246-0012(TR12)	18E006246-0014(TR14)	Mortier cheminée Escalette	BdfNU1	BdfNU2	BdfNU3	BFGN1	BFGN2
Nos références		ERG_4-18	ERG_4-45	ERG_4-20	ERG_4-21	ERG_4-22	ERG_4-23	ERG_4-24	ERG_4-25	ERG_4-43	ERG_4-27

Vos références		18E105294-028	18E105294-029	18E105294-030
		BFGN4	BFGN5	BFGN6
Nos références		ERG_4-29	ERG_4-31	ERG_4-32
Ag	ug/g	0,57	0,35	0,16
Al	mg/g	33,09	21,01	15,84
As	ug/g	14,88	29,19	20,71
Ba	ug/g	223	191	153
Be	ug/g	1,74	1,18	1,11
Bi	ug/g	0,42	0,48	0,27
Ca	mg/g	81,07	97,53	84,99
Cd	ug/g	0,65	1,04	0,43
Ce	ug/g	28,82	2,46	1,18
Co	ug/g	8,66	7,83	6,06
Cr	ug/g	61,53	42,70	34,45
Cs	ug/g	5,31	4,11	6,31
Cu	ug/g	19,93	33,31	15,05
Fe	mg/g	27,86	20,65	17,59
Ga	ug/g	12,02	8,54	8,14
Ge	ug/g	3,14	1,98	1,72
Hg	ug/g	<0,05	<0,05	<0,05
K	mg/g	11,48	9,31	9,47
La	ug/g	10,75	1,17	0,57
Li	ug/g	40,06	27,08	24,04
Mg	mg/g	4,49	4,91	3,39
Mn	ug/g	606	704	399
Mo	ug/g	0,92	0,88	2,04
Na	mg/g	3,09	2,30	1,89
Nb	ug/g	11,66	7,80	7,80
Ni	ug/g	31,90	25,18	24,47
P	ug/g	696	895	909
Pb	ug/g	72	155	71
Rb	ug/g	63,80	56,06	54,96
S	mg/g	1,45	1,87	1,06
Sb	ug/g	2,95	3,43	1,87
Sc	ug/g	3,57	2,50	1,84
Si	mg/g	116,08	82,65	85,98
Sn	ug/g	3,12	4,40	2,70
Sr	ug/g	122,35	133,55	158,60
Th	ug/g	1,77	0,59	0,45
Ti	ug/g	3191	2221	2304
Tl	ug/g	0,69	0,72	0,54
U	ug/g	2,23	1,87	2,61
V	ug/g	79,13	58,85	47,04
W	ug/g	1,85	1,30	1,16
Y	ug/g	5,98	3,49	2,50
Zn	ug/g	100	160	86,56
Zr	ug/g	97,50	10,64	3,16
Vos références		18E105294-028	18E105294-029	18E105294-030
		BFGN4	BFGN5	BFGN6
Nos références		ERG_4-29	ERG_4-31	ERG_4-32

A6.8	**Tableaux des résultats d'analyse des sols – Bioaccessibilité**

Mesure de la bioaccessibilité de métaux dans des sols

Rapport n °18G001231-001 à 014 et 18G001752-001

Révision 1 du 02/03/2018 (Résumé)

FICHE PRESTATION

CLIENT	**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE**
REPRESENTE PAR	/
TYPE D'ECHANTILLONS	**SOLS**
TYPE DE MESURES	MESURE DE BIOACCESSIBILITE (PROTOCOLE UBM)
CONTEXTE DE LA DEMANDE	DEMANDE PONCTUELLE
ADRESSE DE FACTURATION	**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE** 5 RUE D'OTTERSWILLER 67700 SAVERNE

LABORATOIRE	**EUROFINS EXPERTISES ENVIRONNEMENTALES**
ADRESSE DU LABORATOIRE	EUROFINS EXPERTISES ENVIRONNEMENTALES RUE LUCIEN CUENOT SITE SAINT JACQUES II, BP 51005, 54 521 MAXEVILLE CEDEX
DOCUMENT	**RAPPORT**
RAPPORT	RESUME
REVISION	1
NOMBRE DE COPIES DELIVREES	0
VERSION	02/03/2018
ATTACHED DOCUMENT(S)	0

EUROFINS	EUROFINS EXPERTISES ENVIRONNEMENTALES
REDACTEUR	ALEXEI AYINDE – INGENIEUR PROJET

Nom		Fonction	Qualification	Date	Signature
Signataire	**Christophe Breuzin**	Chef de Service	**Ingénieur**	02/03/2018	
Signataire	**Alexei Ayinde**	Ingénieur Projet	**Ingénieur**	02/03/2018	

Rappel des notions de biodisponibilité et bioaccessibilité

La fraction bioaccessible, ou bioaccessibilité orale *absolue* d'un polluant présent dans une matrice (ex : nourriture, sol, eau etc.), est définie comme la fraction de ce polluant qui est extraite de cette matrice, et mise en solution par la salive et par les fluides digestifs, dans le tractus gastro-intestinal.

La fraction biodisponible, ou biodisponibilité orale *absolue* d'un polluant présent dans une matrice (ex : nourriture, sol, eau etc.), est la fraction de ce polluant qui atteint la circulation sanguine (circulation systémique).
Ainsi, la biodisponibilité résulte de trois phénomènes successifs :

- la dissolution de la substance dans la salive, les sucs stomacaux et intestinaux (correspondant à la fraction bioaccessible),
- l'absorption à travers l'épithélium intestinal,
- la métabolisation hépatique.

Les essais de bioaccessibilité ont pour objectif de mimer la première étape, soit la dissolution de la substance étudiée dans le tractus digestif.

Principe d'un test de bioaccessibilité

Le principe des tests de bioaccessibilité *in vitro* est de mimer les conditions physiologiques se déroulant dans le corps humain, en particulier chez les enfants considérés comme la population potentiellement la plus exposée, lors de l'ingestion de sols contaminés et des processus digestifs.

Le sol potentiellement contaminé, après préparation est mis en contact avec des solutions digestives représentatives des différents segments (salive, estomac, intestin), aux pH physiologiques et sous agitation à 37°C.

Le test UBM simule des conditions *a jeun*, souvent reconnues, comme les plus conservatoires pour l'étude de la bioaccessibilité des éléments inorganiques (dissolution plus importante aux pH plus faibles rencontrés *a jeun*). A noter que toutefois, des bioaccessibilités plus élevées ont été observées en présence de nourriture, y compris pour des contaminants inorganiques (RECORD, 2011).

Au cours du test, des échantillons sont prélevés après les différentes étapes de digestion mises en œuvre (sauf après la phase salivaire) afin d'évaluer une bioaccessibilité stomacale (ou gastrique) et une bioaccessibilité intestinale (ou gastro-intestinale).
Les extraits ainsi obtenus sont analysés par ICP-AES. Les résultats issus des tests *in vitro* sont exprimés comme étant la fraction bioaccessible ou la bioaccessibilité en % selon l'équation :

FAB ou Bioaccessibilité (%) = ([Elément] bioaccessible / [Elément] total) X 100

[Elément] bioaccessible = concentration en élément ou substance extraite après la phase stomacale ou intestinale
[Elément] total = concentration en élément ou substance présente initialement dans le sol

Protocole UBM

Le protocole du test UBM est décrit et téléchargeable à l'adresse suivante : http ://www.bgs.ac.uk/barge/docs/BARGE_UBM_DEC_2010.pdf (consulté le 01/09/2015) (INERIS, BARGE, 2010).

Deux sous-échantillons sont constitués et traités afin de déterminer la bioaccessibilité gastrique et la bioaccessibilité gastro-intestinale.

Pour chaque phase, des duplicats (des échantillons, blancs, sols et formes de référence) sont réalisés.

La réalisation du protocole UBM pour sol(s) et forme de référence permet de s'assurer du bon déroulement de la procédure.

Le sol de référence utilisé dans la présente étude est le sol « BGS 102 » du British Geological Survey, pour lequel il existe des valeurs certifiées.

Résultats Série

Ci-dessous les tableaux 1, 2 et 3 présentant les résultats des contrôles qualités et les tableaux 4, 5 et 6 présentant le résumé des valeurs de bioaccessibilité totale mesurées à partir des échantillons de sols traités avec le protocole UBM.

Tableau 1 : Présentation des résultats des contrôles qualités pour la bioaccessibilité de l'Arsenic

Echantillons	Compartiment	Teneur totale (mg/kg MS)	Bioaccessibilité totale mesurée exprimée en %	Intervalles	Interprétation
Sol de référence : BGS 102	Gastric	104.1	6.8%	Intervalle publié [3,31 à 5,73%] *Wragg et al., 2011*	Valeur légèrement forte mais toutefois acceptable
Sol de référence : BGS 102	Gastro - Intestinal	104.1	7.4%	Intervalle certifié [3 à 7,8%]	Conforme
Solution de référence As	Gastric	240	93.28%	Intervalle publié: [88 à 96%] *Noggin, 2009*	Conforme
Solution de référence As	Gastro - Intestinal	240	97.78%	Intervalle publié [92 à 98%] *Noggin, 2009*	Conforme
Contrôle Blanc suivant tout le processus analytique	Gastric	/	< LQ	/	Absence de pollution externe Conforme
Contrôle Blanc suivant tout le processus analytique	Gastro - Intestinal	/	< LQ	/	Absence de pollution externe Conforme

Tableau 2 : Présentation des Résultats des contrôles qualités pour la bioaccessibilité du Plomb

Echantillons	Compartiment	Teneur totale (mg/kg MS)	Bioaccessibilité totale mesurée exprimée en %	Intervalles	Interprétation
Sol de référence : BGS 102	Gastric	79.4	16.9%	Intervalle certifié [7 à 19%]	Conforme
Sol de référence : BGS 102	Gastro - Intestinal	79.4	6.1%	Intervalle publié [1 à 7.43%] *Wragg, 2011*	Conforme
Solution de référence Pb	Gastric	546	92.53%	Intervalle publié [97 à 101%] *Noggin, 2009*	Valeur légèrement faible mais toutefois acceptable
Solution de référence Pb	Gastro - Intestinal	546	71.11%	Intervalle publié [62 à 68%] *Noggin, 2009*	Valeur légèrement forte mais toutefois acceptable
Contrôle Blanc suivant tout le processus analytique	Gastric	/	< LQ	/	Absence de pollution externe Conforme
Contrôle Blanc suivant tout le processus analytique	Gastro - Intestinal	/	< LQ	/	Absence de pollution externe Conforme

L'ensemble des contrôles qualités de l'essai sont satisfaisants.

Tableau 3 : Présentation des Résultats de bioaccessibilité de l'Arsenic dans les échantillons de sols

Echantillons	Compartiment	Teneur totale (mg/kg MS)	Bioaccessibilité totale mesurée exprimée en %
18^{E}010398-001	Gastrique	554.43	95.2
	Gastro – Intestinal		88.9
18E010398-002	Gastrique	56.249	32.6
	Gastro – Intestinal		33.9
18E010398-003	Gastrique	104.99	47.8
	Gastro – Intestinal		47.8
18E010398-005	Gastrique	25.11	57.4
	Gastro – Intestinal		55.6
18E010398-007	Gastrique	59.54	42.8
	Gastro – Intestinal		49.7
18E010398-008	Gastrique	568.38	39.9
	Gastro – Intestinal		44.5
18E010398-009	Gastrique	39.72	46.7
	Gastro – Intestinal		50.4

Tableau 4 : Présentation des résultats de bioaccessibilité de Cadmium dans les échantillons de sols

Echantillons	Compartiment	Teneur totale (mg/kg MS)	Bioaccessibilité totale mesurée exprimée en %
18E010398-001	Gastrique	11.13	116.7
	Gastro – Intestinal		21
18E010398-003	Gastrique	1.85	81.6
	Gastro – Intestinal		78.3
18E010398-004	Gastrique	1.12	91.8
	Gastro – Intestinal		70.7
18E010398-005	Gastrique	1.27	88.5
	Gastro – Intestinal		84.2
18E010398-007	Gastrique	1.19	90.6
	Gastro – Intestinal		89.3
18E010398-008	Gastrique	4.81	68.5
	Gastro – Intestinal		75,0
18E010398-009	Gastrique	0.99	45.5
	Gastro – Intestinal		85.8
18E010398-012	Gastrique	0.74	99.7
	Gastro – Intestinal		98.2
18E010398-013	Gastrique	1.27	96.7
	Gastro – Intestinal		95.4
18E010398-014	Gastrique	1.34	95.9
	Gastro – Intestinal		95.4

Tableau 5 : Présentation des résultats de bioaccessibilité de Plomb dans les échantillons de sols

Echantillons	Compartiment	Teneur totale (mg/kg MS)	Bioaccessibilité totale mesurée exprimée en %
18E010398-001	Gastrique	11064.59	100.5
	Gastro – Intestinal		0.1
18E010398-002	Gastrique	626.875	82.1
	Gastro – Intestinal		60.7
18E010398-003	Gastrique	1388.63	87.2
	Gastro – Intestinal		76.2
18E010398-004	Gastrique	276.25	89.5
	Gastro – Intestinal		33.5
18E010398-005	Gastrique	675.7	77.6
	Gastro – Intestinal		83.7
18E010398-006	Gastrique	270.7	95.2
	Gastro – Intestinal		98.6
18E010398-007	Gastrique	484.86	76.5
	Gastro – Intestinal		78.8
18E010398-008	Gastrique	3310.21	53.1
	Gastro – Intestinal		55.3
18E010398-009	Gastrique	417.16	89.1
	Gastro – Intestinal		88.5
18E010398-010	Gastrique	194.75	85.4
	Gastro – Intestinal		89.7
18E010398-011	Gastrique	127.13	86.8
	Gastro – Intestinal		106
18E010398-012	Gastrique	149.75	82.8
	Gastro – Intestinal		90.3
18E010398-013	Gastrique	554.03	78.5
	Gastro – Intestinal		79.6
18E010398-014	Gastrique	363.23	86.8
	Gastro – Intestinal		90.5

Echantillons	Compartiment	Teneur totale (mg/kg MS)	Bioaccessibilité totale mesurée exprimée en %
18E010398-015	Gastrique	159.05	80.4
	Gastro – Intestinal		86.1

A6.9	**Annexe technique sur la méthodologie mise en œuvre pour le traitement statistique des données**

Méthodes d'ordination	Méthodes de partitionnement
- Analyse en composantes principales (ACP) et analyse en composantes principales sous contrainte de voisinage (Multispati, article Schneider et al)	- Classification par moyennes mobiles (fonction kmeans modifiée dans l'article Brewer & Torre)
- Transformation des teneurs en ETM par transformation clr (Centered-log-ratio, package compositions)	- Règle d'arrêt de la division des groupes de partition (règle du coude)
- Graphe des valeurs propres (ade4)	- Aides à l'interprétation de la partition selon des critères endogènes (teneur en ETM) ou exogènes (secteur de prélèvement (*), coordonnées géographiques, nature des sols (**), géologie, phase d'intervention et position de l'échantillon (surface ou profond))
- Projection des variables sur les directions principales (ade4)	**Approche intégrée ordination / partitionnement**
- Projection des individus et ellipses d'inertie suivant les modalités de variables qualitatives exogènes à l'analyse (ade4)	- Partitionnement sur coordonnées factorielles
- Technique des individus et/ou variables supplémentaires	- Cartographie des coordonnées factorielles
	- Polygones des fréquences associés à chaque ETM

Cette annexe décrit les outils statistiques utilisés au cours de l'étude sur le screening des métaux. L'usage de la plupart des approches a été conforté par une revue bibliographique des méthodes appliquées à la géochimie (transformation de variables, analyse multivariée sous contrainte de voisinage « multispati »).

Méthodes statistiques d'ordination

Analyse en composantes principales

- Principe de la méthode

L'analyse en composantes principales (ACP) est classiquement utilisée pour décrire les informations contenues dans des tableaux rectangulaires de variables quantitatives. L'ACP a pour objectif la détermination de directions principales orthogonales successives dans un nuage de points multivarié. Elle permet de dégager des axes de représentation mettant à jour les corrélations linéaires entre variables prises deux à deux.

- Préparation des données

Type de variables	Nature spécifique des données	Transformation	Référence (bibliographie)
Quantitatives continues	Unités de mesure homogènes entre variables	centrage	ACP dite « centrée »
	Unités de mesure hétérogènes	**centrage + réduction**	**ACP dite « normée »**
	Données de composition (ou portions)	**Log-ratios** $\mathrm{clr}(x) = \ln(x)/g(x)$ avec $g(x)$ moyenne géométrique de x	**ACP sur données de composition**

Type de variables	Nature spécifique des données	Transformation	Référence (bibliographie)
Quantitatives discontinues	Données quantitatives discrètes	Par ex, logarithmes	ACP sur données loggées
	Tableau de contingence	Écarts au khi-deux théorique	Analyse factorielle des correspondances
Qualitatives	Variables à modalités	Tableau disjonctif complet	Analyse factorielle des correspondances multiples (ACM)
	Variables floues	Tableau disjonctif flou	ACM floue

L'ACP étant une méthode d'essence linéaire, la phase de préparation du tableau de données est particulièrement cruciale lorsque la normalité des distributions n'est pas effective. Le tableau ci-dessus reprend les situations pratiques les plus fréquentes. Dans l'analyse du screening des métaux, la transformation par «Centered Log-Ratio (clr) », puis le centrage et la réduction ont été effectués.

- Technique des individus et/ou variables supplémentaires

Cette technique vise à projeter un second lot d'individus ou de variables sur les axes de représentation préalablement définis sur un premier lot. Cette approche se justifie lorsque parmi les individus ou les variables seul un sous ensemble est jugé représentatif et doit participer à la définition de l'analyse. Les individus ou variables subissent alors la même préparation des données (par ex. clr + centrage + réduction) et leur projection sur les directions principales de l'analyse préalable peut éclairer l'interprétation des disparités entre lots de données.

- Aides à l'interprétation

Des aides à l'interprétation permettent de déterminer le nombre d'axes à considérer (graphe des valeurs propres), de représenter les variables et les individus statistiques (cartes factorielles).
Les ellipses d'inertie permettent de discriminer a posteriori les variables ou les individus suivant un ou plusieurs critères en lien avec le protocole ou les intentions expérimentales :

  - Critère sur les individus (relevés) : position du prélèvement dans la colonne de sol, occupation ou nature du sol, géologie ou encore phase de récolte…
  - Critère sur les variables : type d'élément trace métallique…

L'enveloppe de ces ellipses caractérisent la position moyenne des individus ou des variables sur les cartes factorielles suivant un modèle empirique bi-normale de distribution des points de représentation. Sous condition de validité de ce modèle, on pourra considérer qu'une majorité de points sont dans l'enveloppe et juger du caractère discriminant de chaque critère.

Ce mode de représentation par ellipse d'inertie facilite le dépouillement des analyses mais n'intègrent qu'a posteriori les informations disponibles. En ce sens, ces approches sont parfois désignées comme *des analyses indirectes du gradient*.

D'autres approches consistent à intégrer a priori les informations fixant l'appartenance ou les relations entre individus d'une part et/ou variables d'autre part.
L'approche décrite ci-dessous intègre a priori les relations de voisinage entre les lieux de prélèvement des échantillons de sol.

Package R: ade4, compositions
Dray S and Dufour A (2007). "The ade4 Package: Implementing the Duality Diagram for Ecologists." _Journal of Statistical Software_, *22*(4), pp. 1-20. doi: 10.18637/jss.v022.i04 (URL: http://doi.org/10.18637/jss.v022.i04).

K. Gerald van den Boogaart, Raimon Tolosana-Delgado and Matevz Bren (2018). compositions: Compositional Data Analysis. R package version 1.40-2. https://CRAN.R-project.org/package=compositions

Bibliographie sélective

Arnaud R. Schneider, Xavier Morvan, Nicolas P. A. Saby, Benjamin Cancès, Marie Ponthieu, Maxime Gommeaux & Béatrice Marin (2016). Multivariate spatial analyses of the distribution and origin of trace and major elements in soils surrounding a secondary lead smelter. Environ Sci Pollut Res (2016) 23:15164–15174.

Analyse en composantes principales sous contrainte de voisinage (multispati)

L'analyse multivariée spatiale basée sur l'indice I de Moran et décrite dans Dray et al. (2008) peut être vue comme une recherche de directions principales optimisées au sens de l'ACP mais garantissant une autocorrélation spatiale relativement forte entre voisins. La définition de la relation de voisinage est calée sur la base des coordonnées géographiques des relevés et un algorithme proposé par Bivand et al. (2015). L'analyse multispati est comparable à l'ACP lorsque les données sont fortement structurées spatialement et plus divergente lorsque la structure spatiale est moins apparente. De fait, l'analyse multispati permet de caractériser le jeu de données sur un nombre relativement réduit de dimensions, en privilégiant celles ayant un sens spatial.

Packages R : adespatial, spdep.

Roger Bivand, Gianfranco Piras (2015). Comparing Implementations of Estimation Methods for Spatial Econometrics. Journal of Statistical Software, 63(18), 1-36. URL http://www.jstatsoft.org/v63/i18/.
Stéphane Dray, David Bauman, Guillaume Blanchet, Daniel Borcard, Sylvie Clappe, Guillaume Guenard, Thibaut Jombart, Guillaume Larocque, Pierre Legendre, Naima Madi and Helene H Wagner (2018). adespatial: Multivariate Multiscale Spatial Analysis. R package version 0.3-2. https://CRAN.R-project.org/package=adespatial.

Méthodes statistiques de partitionnement

- Principe de la méthode

La méthode de classification par centres mobiles de n individus impose de déterminer préalablement le nombre k de groupes d'individus à constituer. L'algorithme est initié par le choix au hasard de k centres de gravité parmi les n individus puis affecte chaque individu au centre le plus proche et reconsidère successivement de nouveaux centres jusqu'à convergence vers les centres définitifs jugés comme optimaux dans selon un critère de variance intra ou inter groupes. Cette méthode est une alternative à la classification ascendante hiérarchique basée sur matrices de distances et pour laquelle la combinaison de plusieurs options de paramétrage peut conduire à des résultats de partitionnement différents. La méthode de classification par les centres mobiles est simple d'usage. L'algorithme utilisé permet de pallier au fait que le choix initial des centres influence le résultat de partitionnement en prévoyant d'évaluer et contrer cette influence.

- Règle d'arrêt de la division des groupes de partition (règle du coude)

La règle empirique du coude permet d'arbitrer le nombre de groupes à constituer. Le critère est le gain relatif en termes de variance inter-groupe (ou de façon symétrique - la perte relative en termes de variance intra-groupes) réalisé à l'aide d'un groupe supplémentaire éventuel. L'arrêt est diagnostiqué lorsque le gain ou la perte relatif décroit de manière significative ce qui se matérialise par un point d'inflexion de la courbe représentative de la variance intra-groupes d'où l'appellation de « règle du genou ».

- Aides à l'interprétation de la partition selon critères endogènes ou exogènes

Après validation de la partition à k groupes, plusieurs aides à l'interprétation peuvent être générées :

- Statistiques descriptives : effectif, résumés numériques de chaque groupe
- Test de la relation statistique entre la partition et un critère qualitatif (test du khi2 d'indépendance sur croisement de deux facteurs)
- Test de la relation statistique entre l'appartenance à un groupe donné et chacune des modalités d'un critère qualitatif (confrontation des observations à une loi hypergéométrique, échantillonnage sans remise)
- Test de la relation statistique entre l'appartenance à un groupe donné et un critère quantitatif (V-test et confrontation des observations à une loi normale centrée réduite)

Les tests de signification proposés via ces aides à l'interprétation permettent de distinguer des résultats peu probant et liés soit aux fluctuations d'échantillonnage soit aux biais méthodologiques, de résultats reposant sur des signaux plus forts et structurants.

Packages R : FactoMineR, stats.

Hartigan, J. A. and Wong, M. A. (1979). A K-means clustering algorithm. Applied Statistics 28, 100–108.
Le, S., Josse, J. & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. Journal of Statistical Software. 25(1). pp. 1-18. http://www.jstatsoft.org/v25/i01/

Bibliographie sélective

S. Brewer, Joel Guiot, F. Torre. Mid-Holocene climate change in Europe: a data-model comparison. Climate of the Past Discussions, European Geosciences Union (EGU), 2006, 2 (6), pp.1155-1186. 〈hal-00330716>.

Approche intégrée ordination/partitionnement

- Partitionnement sur coordonnées factorielles

L'application de la méthode de classification par centres mobiles a été réservée au partitionnement des résultats de la méthode d'ordination, à savoir qu'elle a consisté à partitionner les individus sur la base de leurs coordonnées factorielles à l'issue de l'analyse multispati intégrant les relations de voisinage. Cette approche est classique et permet d'allier souplesse d'utilisation des méthodes d'ordination en fonction de la nature des variables et des intentions expérimentales et portée décisionnaire d'un partitionnement.

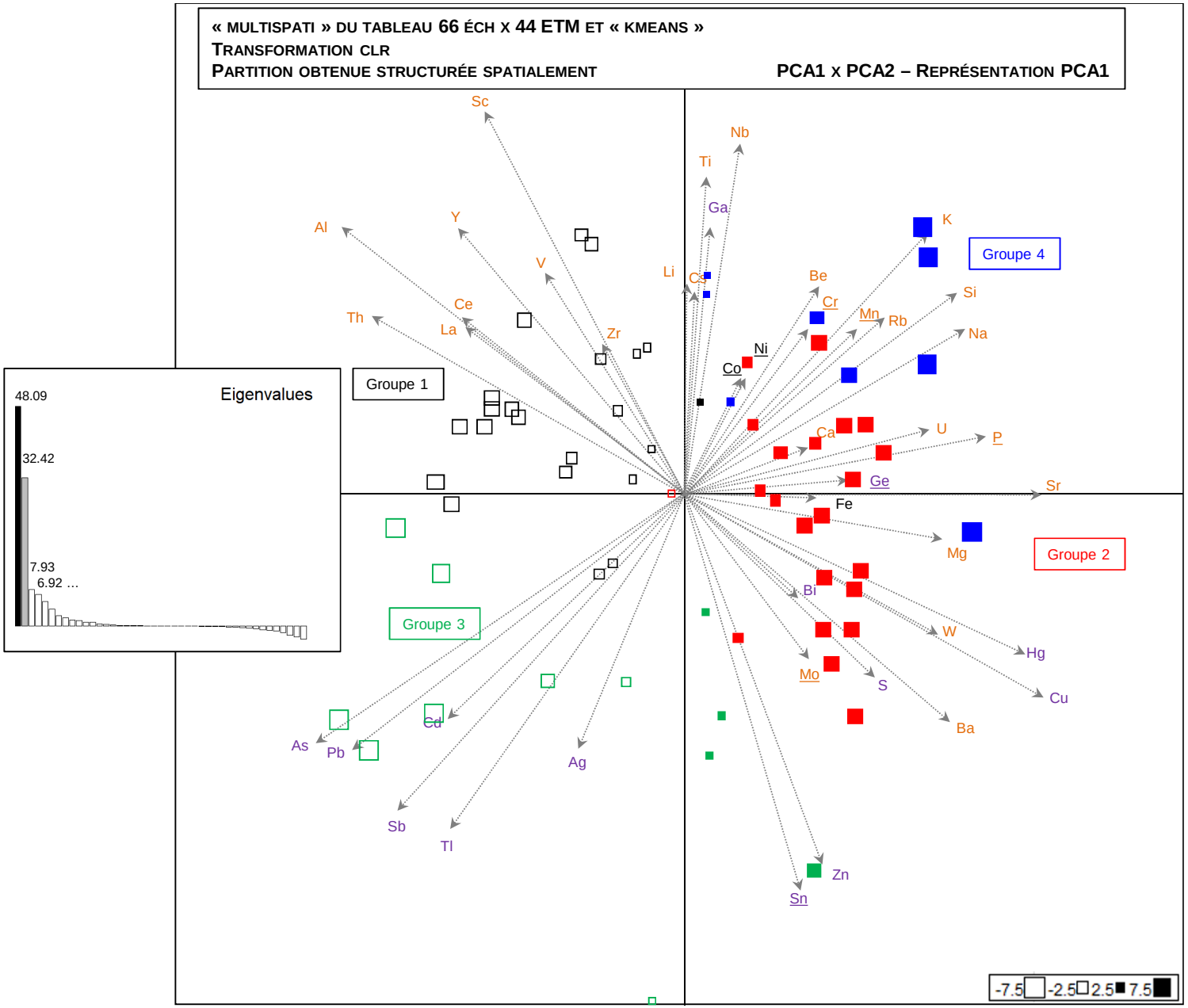
- Cartographie des coordonnées factorielles et du partitionnement

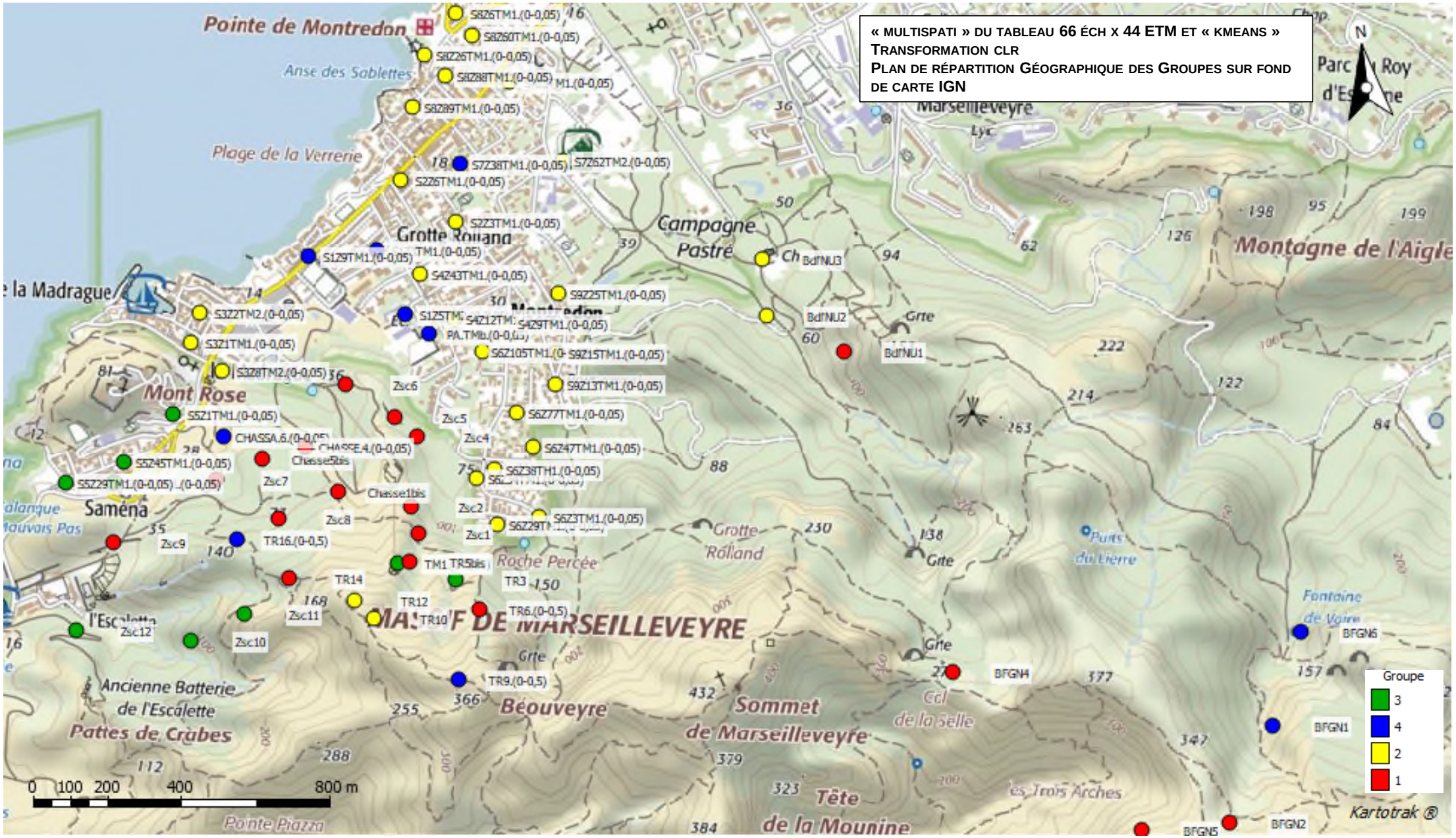
Les coordonnées factorielles sur les directions principales déterminées par ordination peuvent être vues comme un code synthétique cartographiable dans l'espace géographique lorsque les individus sont géolocalisés. Un enrichissement graphique permet de représenter également le partitionnement éventuel opéré sur ces mêmes coordonnées.

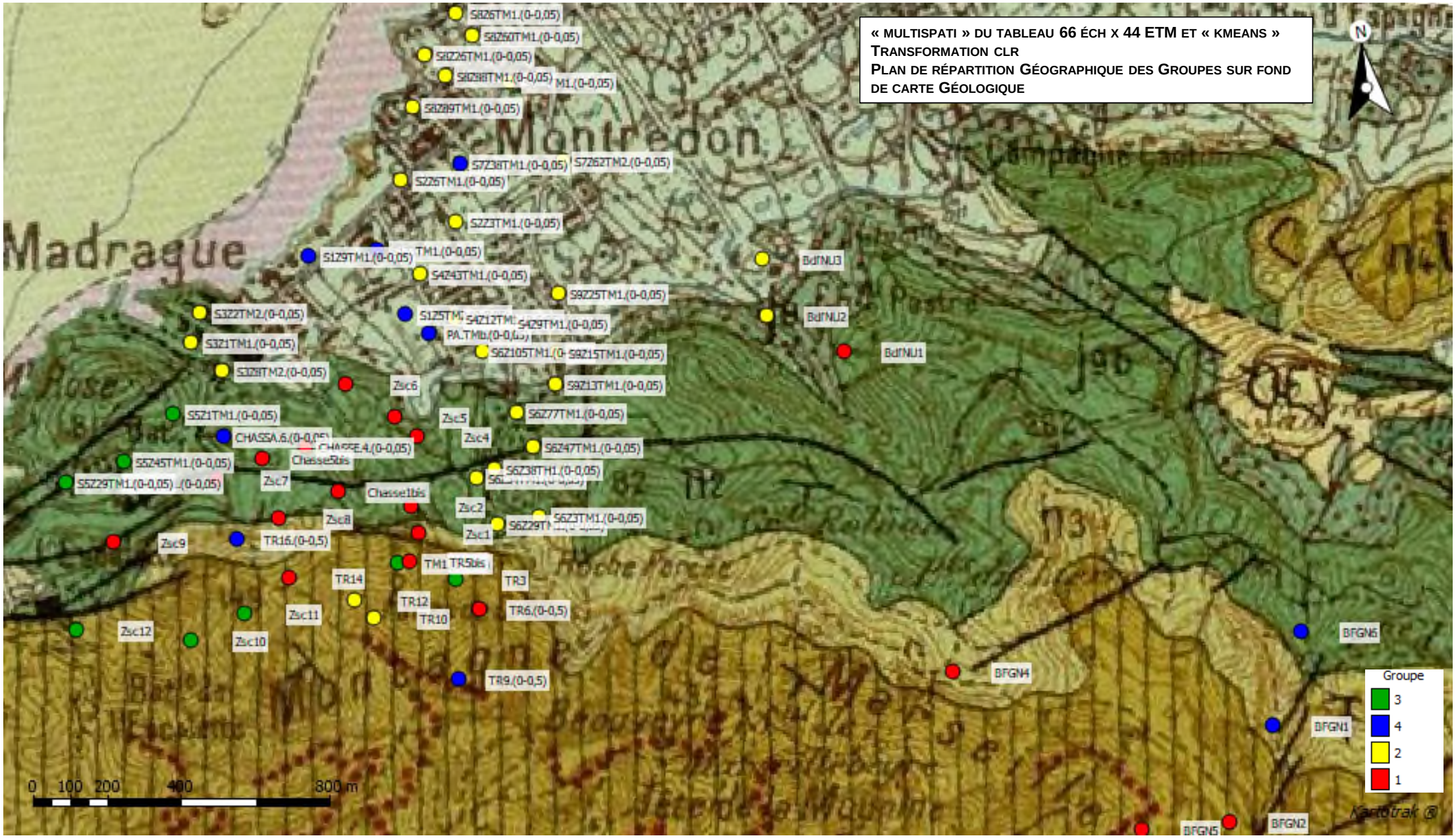
- Polygone des fréquences

Une alternative directe à l'histogramme classique est le polygone des fréquences d'une meilleure lisibilité lorsque plusieurs histogrammes sont représentés simultanément.

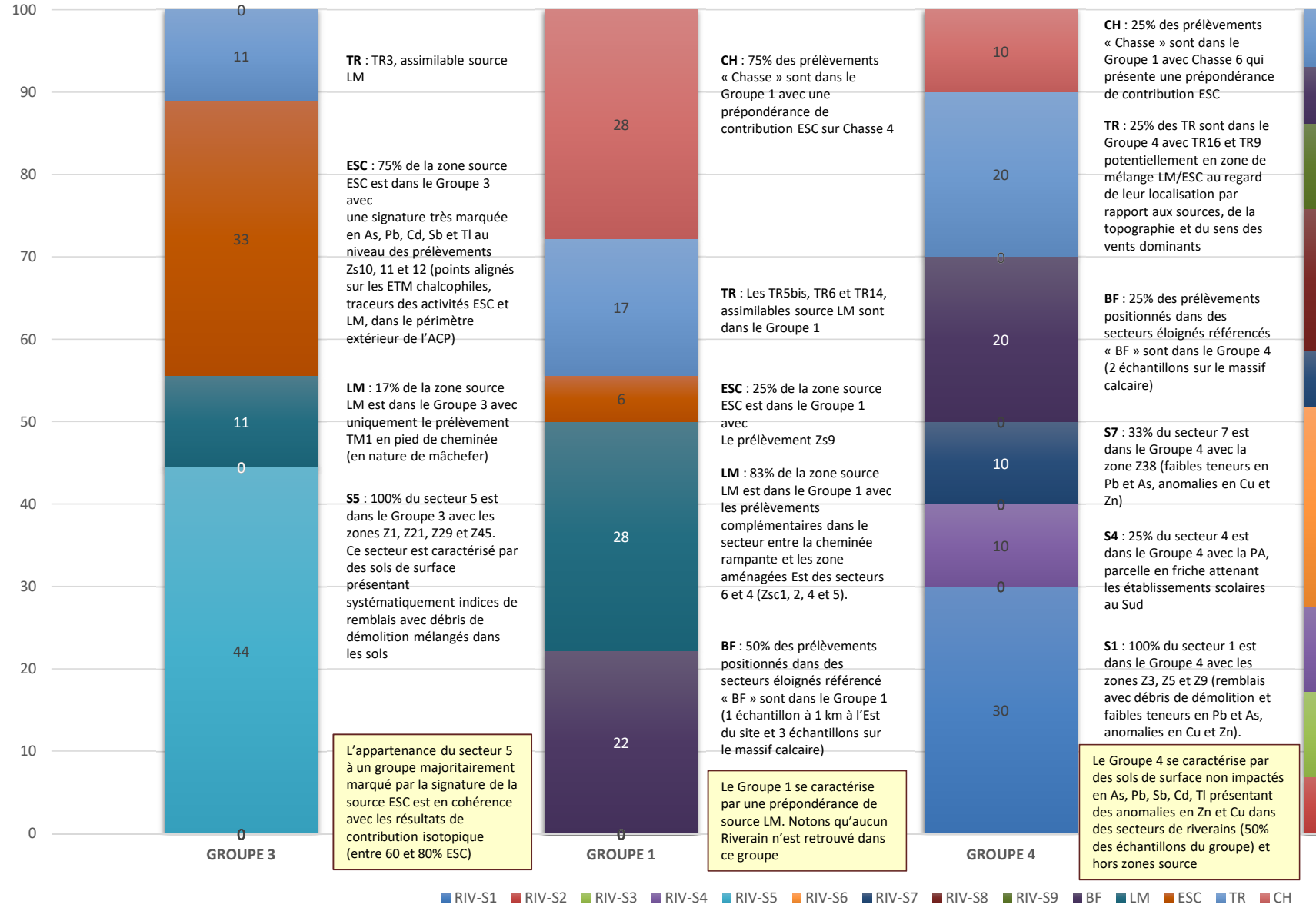
A6.10	**Travail de traitement statistique des données sur le jeu de données des 44 ETM**


« MULTISPATI » DU TABLEAU 66 ÉCH X 44 ETM ET « KMEANS »
TRANSFORMATION CLR
PARTITION OBTENUE STRUCTURÉE SPATIALEMENT
PCA1 X PCA2 – REPRÉSENTATION PCA1
Eigenvalues
48.09
32.42
7.93
6.92 …
Groupe 1
Groupe 2
Groupe 3
Groupe 4
Sc
Nb
Ti
Ga
Al
Y
V
Li
K
Be
Cr
Mn
Rb
Si
Na
Th
Ce
La
Zr
Ni
Co
Ca
U
P
Ge
Sr
Fe
Mg
Bi
W
Hg
Mo
S
Cu
Ba
Cd
As
Pb
Ag
Sb
Tl
Zn
Sn
-7.5
-2.5
2.5
7.5


« MULTISPATI » DU TABLEAU 66 ÉCH X 44 ETM ET « KMEANS »
TRANSFORMATION CLR
PLAN DE RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES GROUPES SUR FOND DE CARTE IGN
Pointe de Montredon
Anse des Sablettes
Plage de la Verrerie
Grotte Rolland
Campagne Pastré
Montagne de l'Aigle
Mont Rose
Saména
Roche Percée
Grotte Rôland
Puits du Lierre
Fontaine de Voire
Ancienne Batterie de l'Escalette
Pattes de Crabes
Béouveyre
Sommet de Marseilleveyre
Col de la Selle
Tête de la Mounine
Pointe Piazza
Kartotrak ®
0 100 200 400 800 m
Groupe
3
4
2
1


« MULTISPATI » DU TABLEAU 66 ÉCH X 44 ETM ET « KMEANS »
TRANSFORMATION CLR
PLAN DE RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES GROUPES SUR FOND DE CARTE GÉOLOGIQUE
N
Groupe
3
4
2
1
0 100 200 400 800 m
Kartotrak ®
Montredon
Madrague
S826TM1.(0-0,05)
S8Z60TM1.(0-0,05)
S8Z26TM1.(0-0,05)
S8Z88TM1.(0-0,05)
S8Z89TM1.(0-0,05)
S7Z38TM1.(0-0,05)
S7262TM2.(0-0,05)
S226TM1.(0-0,05)
S223TM1.(0-0,05)
S129TM1.(0-0,05)
S4Z43TM1.(0-0,05)
S8Z25TM1.(0-0,05)
S322TM2.(0-0,05)
S321TM1.(0-0,05)
S328TM2.(0-0,05)
S4Z29TM1.(0-0,05)
S8Z15TM1.(0-0,05)
S9Z13TM1.(0-0,05)
S5Z1TM1.(0-0,05)
S6Z77TM1.(0-0,05)
S6Z47TM1.(0-0,05)
S5Z45TM1.(0-0,05)
S6Z38TH1.(0-0,05)
S5Z29TM1.(0-0,05)
S6Z3TM1.(0-0,05)
TR16.(0-0,5)
TR5bis
TR3
TR14
TR12
TR10
TR6.(0-0,5)
TR9.(0-0,5)
Zsc1
Zsc2
Zsc4
Zsc5
Zsc6
Zsc7
Zsc8
Zsc9
Zsc10
Zsc11
Zsc12
Chasse1bis
Chasse5bis
BdfNU1
BdfNU2
BdfNU3
BFGN1
BFGN2
BFGN4
BFGN5
BFGN6

44ETM - HISTOGRAMMES DE RÉPARTITION CUMULÉE (EN POURCENTAGE) DE L'ORIGINE DES ÉCHANTILLONS RÉPARTIS DANS CHAQUE GROUPE



TR : TR3, assimilable source LM

ESC : 75% de la zone source ESC est dans le Groupe 3 avec une signature très marquée en As, Pb, Cd, Sb et Tl au niveau des prélèvements Zs10, 11 et 12 (points alignés sur les ETM chalcophiles, traceurs des activités ESC et LM, dans le périmètre extérieur de l'ACP)

LM : 17% de la zone source LM est dans le Groupe 3 avec uniquement le prélèvement TM1 en pied de cheminée (en nature de mâchefer)

S5 : 100% du secteur 5 est dans le Groupe 3 avec les zones Z1, Z21, Z29 et Z45. Ce secteur est caractérisé par des sols de surface présentant systématiquement indices de remblais avec débris de démolition mélangés dans les sols

L'appartenance du secteur 5 à un groupe majoritairement marqué par la signature de la source ESC est en cohérence avec les résultats de contribution isotopique (entre 60 et 80% ESC)

CH : 75% des prélèvements « Chasse » sont dans le Groupe 1 avec une prépondérance de contribution ESC sur Chasse 4

TR : Les TR5bis, TR6 et TR14, assimilables source LM sont dans le Groupe 1

ESC : 25% de la zone source ESC est dans le Groupe 1 avec Le prélèvement Zs9

LM : 83% de la zone source LM est dans le Groupe 1 avec les prélèvements complémentaires dans le secteur entre la cheminée rampante et les zone aménagées Est des secteurs 6 et 4 (Zsc1, 2, 4 et 5).

BF : 50% des prélèvements positionnés dans des secteurs éloignés référencé « BF » sont dans le Groupe 1 (1 échantillon à 1 km à l'Est du site et 3 échantillons sur le massif calcaire)

Le Groupe 1 se caractérise par une prépondérance de source LM. Notons qu'aucun Riverain n'est retrouvé dans ce groupe

CH : 25% des prélèvements « Chasse » sont dans le Groupe 1 avec Chasse 6 qui présente une prépondérance de contribution ESC

TR : 25% des TR sont dans le Groupe 4 avec TR16 et TR9 potentiellement en zone de mélange LM/ESC au regard de leur localisation par rapport aux sources, de la topographie et du sens des vents dominants

BF : 25% des prélèvements positionnés dans des secteurs éloignés référencés « BF » sont dans le Groupe 4 (2 échantillons sur le massif calcaire)

S7 : 33% du secteur 7 est dans le Groupe 4 avec la zone Z38 (faibles teneurs en Pb et As, anomalies en Cu et Zn)

S4 : 25% du secteur 4 est dans le Groupe 4 avec la PA, parcelle en friche attenant les établissements scolaires au Sud

S1 : 100% du secteur 1 est dans le Groupe 4 avec les zones Z3, Z5 et Z9 (remblais avec débris de démolition et faibles teneurs en Pb et As, anomalies en Cu et Zn).

Le Groupe 4 se caractérise par des sols de surface non impactés en As, Pb, Sb, Cd, Tl présentant des anomalies en Zn et Cu dans des secteurs de riverains (50% des échantillons du groupe) et hors zones source

TR : 25% des TR sont dans le Groupe 2 avec TR10 et TR12 à proximité de la zone source LM et dans le sens des vents dominant en provenance de l'ESC. Pas de prépondérance de source dans ce groupe

BF : 25% des prélèvements positionnés dans des secteurs éloignés référencés « BF » sont dans le Groupe 2 (2 échantillons à 1 km à l'Est du site)

S9 : 100% du secteur 9 est dans le Groupe 2 avec les zones Z13, Z15 et Z25 (sol en remblais avec débris de démolition).

S8 : 100% du secteur 8 est dans le Groupe 2 avec les zones Z6, Z26, Z60, Z88 et Z89 (sol en remblais avec débris de charbon).

S7 : 67% du secteur 7 est dans le Groupe 2 avec les zones Z5 et Z62 (teneurs faibles à modérées en As et Pb).

S6 : 100% du secteur 6 est dans le Groupe 2 avec les zones Z3, Z29, Z34, Z38, Z47, Z77 et Z105 (remblais avec ponctuellement débris de charbon et démolition).

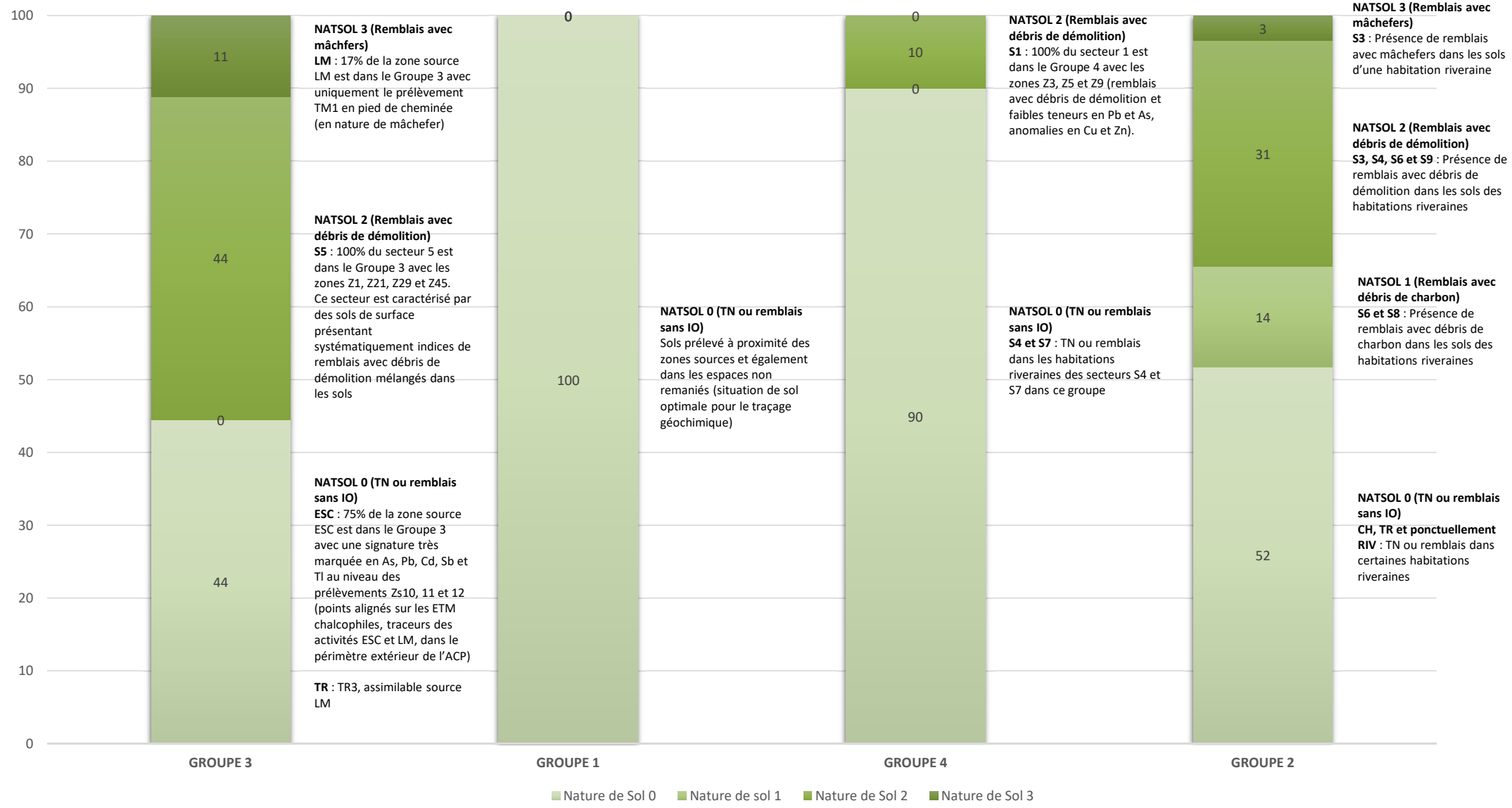
S4 : 75% du secteur 4 est dans le Groupe 2 avec les zones Z9, Z12 et Z45 (remblais avec débris de démolition et teneur faibles à modérées en As et Pb).

S3 : 100% du secteur 3 est dans le Groupe 2 avec les zones Z1, Z2 et Z8 (remblais avec débris de démolition et mâchefers).

S2 : 100% du secteur 2 est dans le Groupe 2 avec les zones Z3 et Z6 (teneur faibles à modérées en As et Pb).

Le Groupe 2 se caractérise par des sols de surface modérément à pas impactés en As et Pb dans des secteurs quasi-exclusivement composés de riverains et hors zones source. Signature remblais et/ou bruit de fond industriel ?

44ETM - HISTOGRAMMES DE RÉPARTITION CUMULÉE (EN POURCENTAGE) DE LA NATURE DES SOLS DE SURFACE CONSTITUANT LES ÉCHANTILLONS RÉPARTIS DANS CHAQUE GROUPE



NATSOL 3 (Remblais avec mâchfers)
LM : 17% de la zone source LM est dans le Groupe 3 avec uniquement le prélèvement TM1 en pied de cheminée (en nature de mâchefer)

NATSOL 2 (Remblais avec débris de démolition)
S5 : 100% du secteur 5 est dans le Groupe 3 avec les zones Z1, Z21, Z29 et Z45. Ce secteur est caractérisé par des sols de surface présentant systématiquement indices de remblais avec débris de démolition mélangés dans les sols

NATSOL 0 (TN ou remblais sans IO)
ESC : 75% de la zone source ESC est dans le Groupe 3 avec une signature très marquée en As, Pb, Cd, Sb et Tl au niveau des prélèvements Zs10, 11 et 12 (points alignés sur les ETM chalcophiles, traceurs des activités ESC et LM, dans le périmètre extérieur de l'ACP)

TR : TR3, assimilable source LM

NATSOL 0 (TN ou remblais sans IO)
Sols prélevé à proximité des zones sources et également dans les espaces non remaniés (situation de sol optimale pour le traçage géochimique)

NATSOL 2 (Remblais avec débris de démolition)
S1 : 100% du secteur 1 est dans le Groupe 4 avec les zones Z3, Z5 et Z9 (remblais avec débris de démolition et faibles teneurs en Pb et As, anomalies en Cu et Zn).

NATSOL 0 (TN ou remblais sans IO)
S4 et S7 : TN ou remblais dans les habitations riveraines des secteurs S4 et S7 dans ce groupe

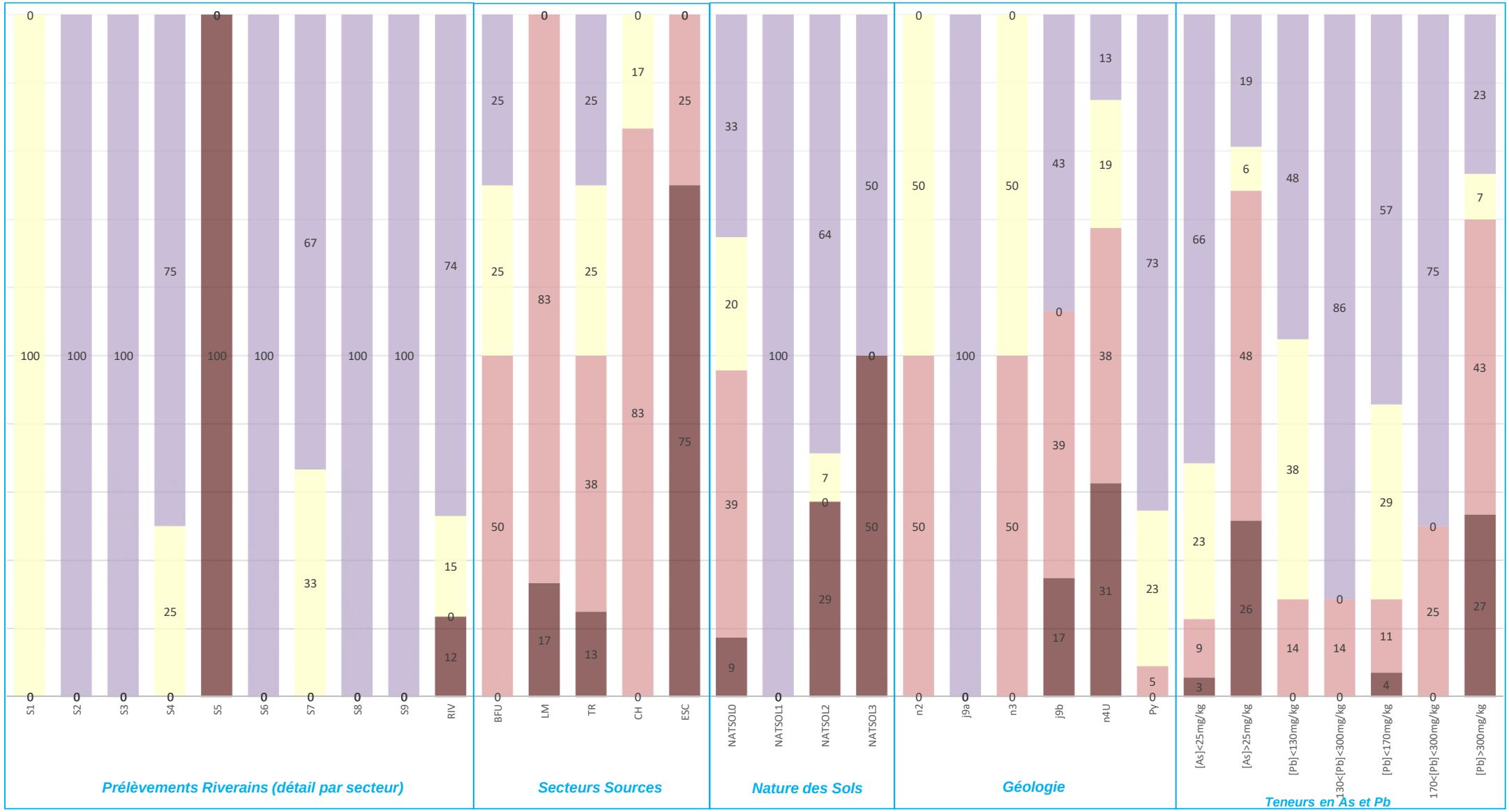
NATSOL 3 (Remblais avec mâchefers)
S3 : Présence de remblais avec mâchefers dans les sols d'une habitation riveraine

NATSOL 2 (Remblais avec débris de démolition)
S3, S4, S6 et S9 : Présence de remblais avec débris de démolition dans les sols des habitations riveraines

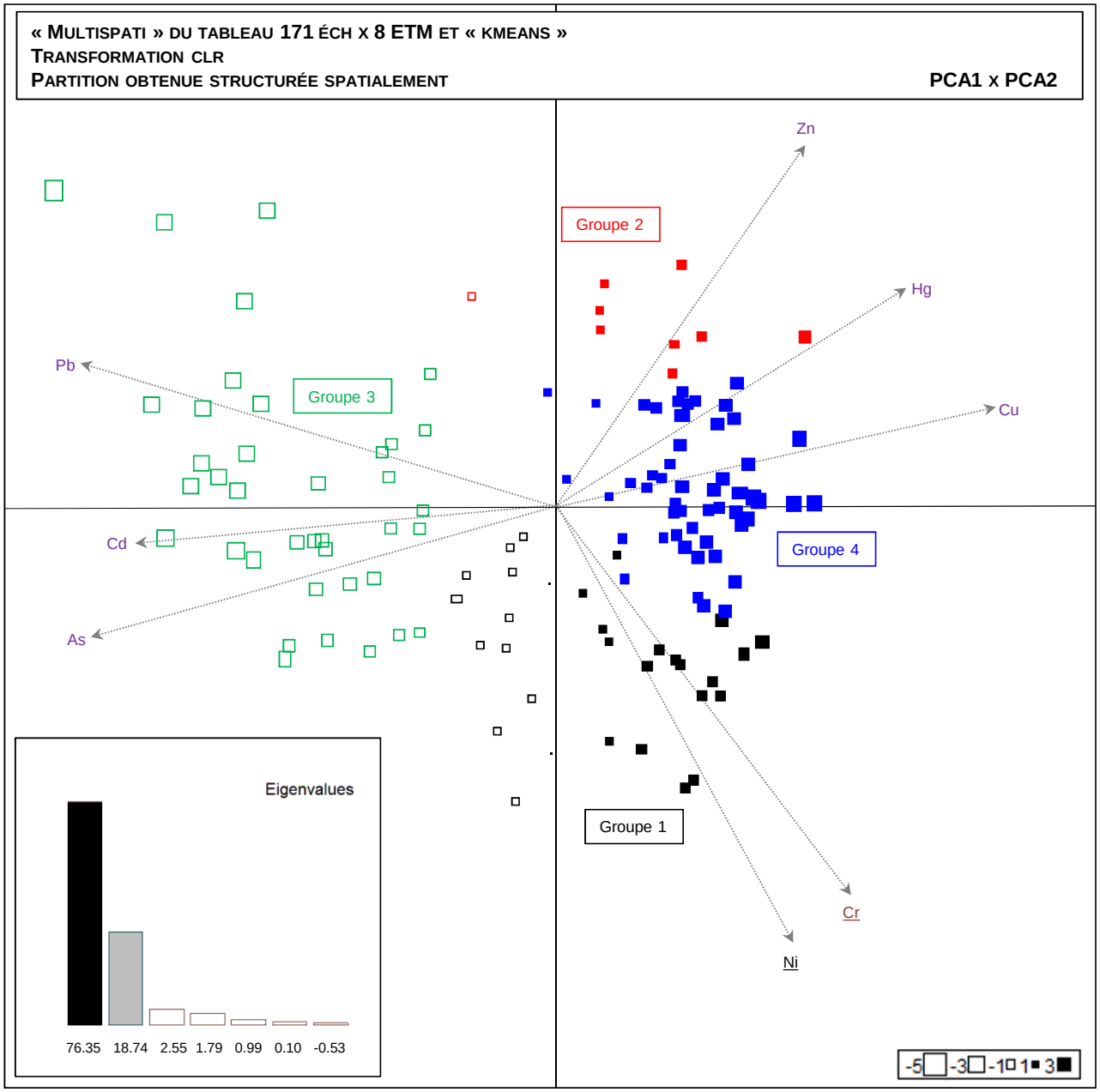
NATSOL 1 (Remblais avec débris de charbon)
S6 et S8 : Présence de remblais avec débris de charbon dans les sols des habitations riveraines

NATSOL 0 (TN ou remblais sans IO)
CH, TR et ponctuellement RIV : TN ou remblais dans certaines habitations riveraines

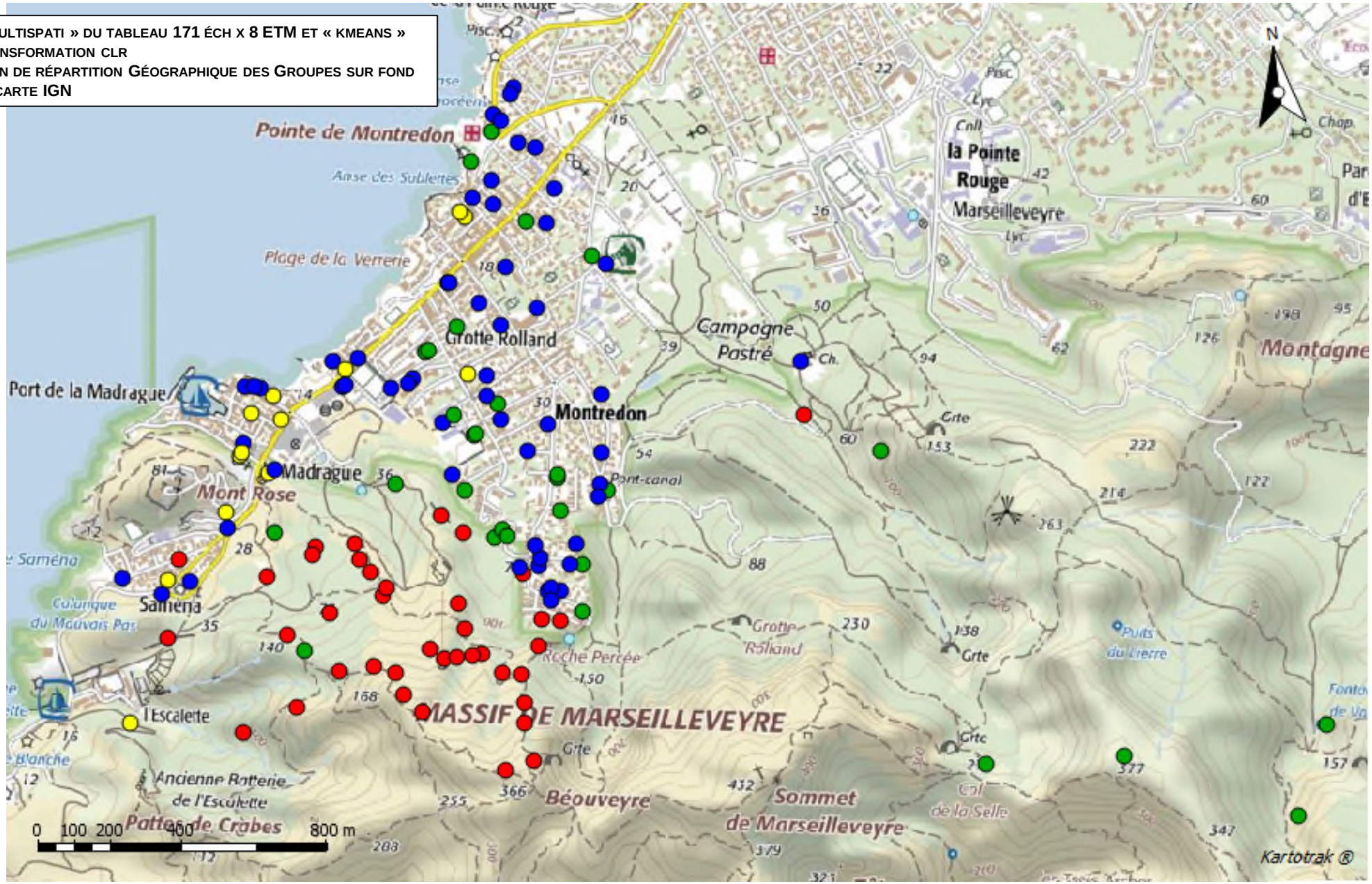
44ETM - HISTOGRAMMES DE RÉPARTITION CUMULÉE DES VARIABLES QUALITATIVES DANS LES DIFFÉRENTS GROUPES



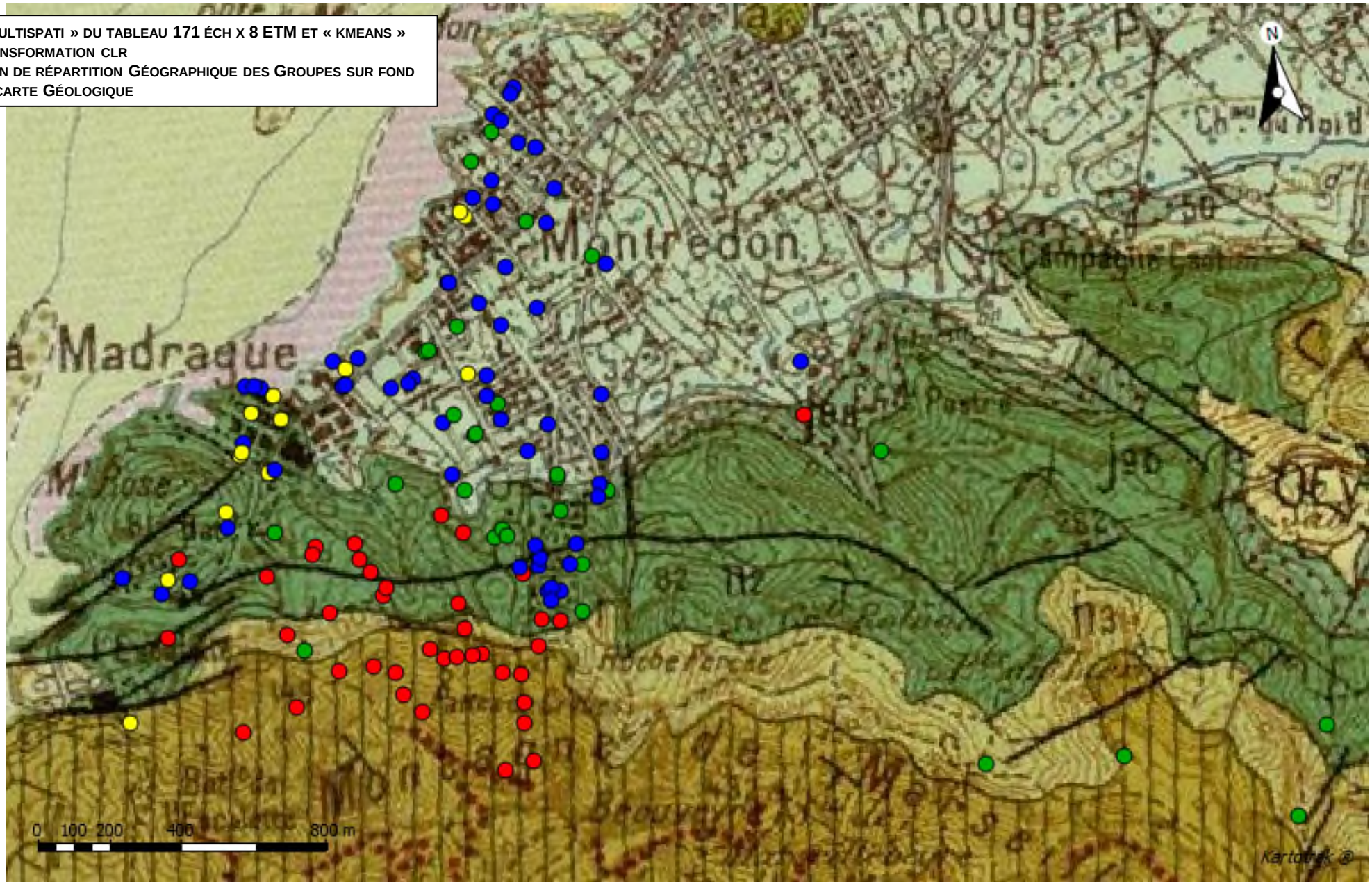
A6.11	**Travail de traitement statistique des données sur le jeu de données des 8 ETM**


« MULTISPATI » DU TABLEAU 171 ÉCH X 8 ETM ET « KMEANS »
TRANSFORMATION CLR
PARTITION OBTENUE STRUCTURÉE SPATIALEMENT
PCA1 X PCA2
Zn
Hg
Cu
Pb
Cd
As
Cr
Ni
Groupe 1
Groupe 2
Groupe 3
Groupe 4
Eigenvalues
76.35 18.74 2.55 1.79 0.99 0.10 -0.53
-5 -3 -1 1 3

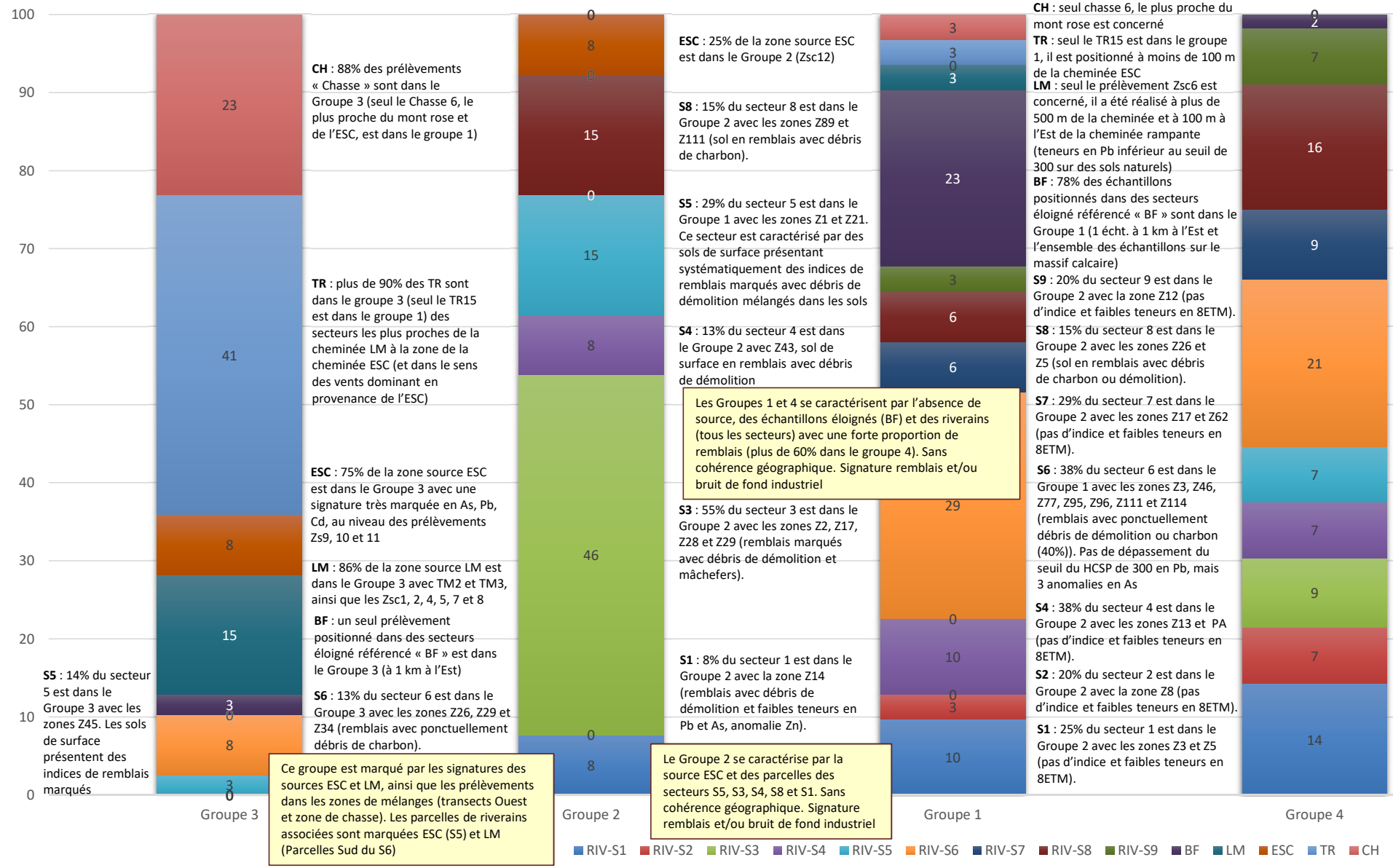
« MULTISPATI » DU TABLEAU 171 ÉCH X 8 ETM ET « KMEANS »
TRANSFORMATION CLR
PLAN DE RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES GROUPES SUR FOND DE CARTE IGN



« Multispati » du tableau 171 éch x 8 ETM et « kmeans »
Transformation clr
Plan de répartition Géographique des Groupes sur fond de carte Géologique



8ETM - HISTOGRAMMES DE RÉPARTITION CUMULÉE (EN POURCENTAGE) DE L'ORIGINE DES ÉCHANTILLONS RÉPARTIS DANS CHAQUE GROUPE



S5 : 14% du secteur 5 est dans le Groupe 3 avec les zones Z45. Les sols de surface présentent des indices de remblais marqués

CH : 88% des prélèvements « Chasse » sont dans le Groupe 3 (seul le Chasse 6, le plus proche du mont rose et de l'ESC, est dans le groupe 1)

TR : plus de 90% des TR sont dans le groupe 3 (seul le TR15 est dans le groupe 1) des secteurs les plus proches de la cheminée LM à la zone de la cheminée ESC (et dans le sens des vents dominant en provenance de l'ESC)

ESC : 75% de la zone source ESC est dans le Groupe 3 avec une signature très marquée en As, Pb, Cd, au niveau des prélèvements Zs9, 10 et 11

LM : 86% de la zone source LM est dans le Groupe 3 avec TM2 et TM3, ainsi que les Zsc1, 2, 4, 5, 7 et 8

BF : un seul prélèvement positionné dans des secteurs éloigné référencé « BF » est dans le Groupe 3 (à 1 km à l'Est)

S6 : 13% du secteur 6 est dans le Groupe 3 avec les zones Z26, Z29 et Z34 (remblais avec ponctuellement débris de charbon).

Ce groupe est marqué par les signatures des sources ESC et LM, ainsi que les prélèvements dans les zones de mélanges (transects Ouest et zone de chasse). Les parcelles de riverains associées sont marquées ESC (S5) et LM (Parcelles Sud du S6)

ESC : 25% de la zone source ESC est dans le Groupe 2 (Zsc12)

S8 : 15% du secteur 8 est dans le Groupe 2 avec les zones Z89 et Z111 (sol en remblais avec débris de charbon).

S5 : 29% du secteur 5 est dans le Groupe 1 avec les zones Z1 et Z21. Ce secteur est caractérisé par des sols de surface présentant systématiquement des indices de remblais marqués avec débris de démolition mélangés dans les sols

S4 : 13% du secteur 4 est dans le Groupe 2 avec Z43, sol de surface en remblais avec débris de démolition

Les Groupes 1 et 4 se caractérisent par l'absence de source, des échantillons éloignés (BF) et des riverains (tous les secteurs) avec une forte proportion de remblais (plus de 60% dans le groupe 4). Sans cohérence géographique. Signature remblais et/ou bruit de fond industriel

S3 : 55% du secteur 3 est dans le Groupe 2 avec les zones Z2, Z17, Z28 et Z29 (remblais marqués avec débris de démolition et mâchefers).

S1 : 8% du secteur 1 est dans le Groupe 2 avec la zone Z14 (remblais avec débris de démolition et faibles teneurs en Pb et As, anomalie Zn).

Le Groupe 2 se caractérise par la source ESC et des parcelles des secteurs S5, S3, S4, S8 et S1. Sans cohérence géographique. Signature remblais et/ou bruit de fond industriel

CH : seul chasse 6, le plus proche du mont rose est concerné

TR : seul le TR15 est dans le groupe 1, il est positionné à moins de 100 m de la cheminée ESC

LM : seul le prélèvement Zsc6 est concerné, il a été réalisé à plus de 500 m de la cheminée et à 100 m à l'Est de la cheminée rampante (teneurs en Pb inférieur au seuil de 300 sur des sols naturels)

BF : 78% des échantillons positionnés dans des secteurs éloigné référencé « BF » sont dans le Groupe 1 (1 écht. à 1 km à l'Est et l'ensemble des échantillons sur le massif calcaire)

S9 : 20% du secteur 9 est dans le Groupe 2 avec la zone Z12 (pas d'indice et faibles teneurs en 8ETM).

S8 : 15% du secteur 8 est dans le Groupe 2 avec les zones Z26 et Z5 (sol en remblais avec débris de charbon ou démolition).

S7 : 29% du secteur 7 est dans le Groupe 2 avec les zones Z17 et Z62 (pas d'indice et faibles teneurs en 8ETM).

S6 : 38% du secteur 6 est dans le Groupe 1 avec les zones Z3, Z46, Z77, Z95, Z96, Z111 et Z114 (remblais avec ponctuellement débris de démolition ou charbon (40%)). Pas de dépassement du seuil du HCSP de 300 en Pb, mais 3 anomalies en As

S4 : 38% du secteur 4 est dans le Groupe 2 avec les zones Z13 et PA (pas d'indice et faibles teneurs en 8ETM).

S2 : 20% du secteur 2 est dans le Groupe 2 avec la zone Z8 (pas d'indice et faibles teneurs en 8ETM).

S1 : 25% du secteur 1 est dans le Groupe 2 avec les zones Z3 et Z5 (pas d'indice et faibles teneurs en 8ETM).

BF : 22% des échantillons référencé « BF » sont dans le Groupe 1 (2 écht. à 1 km à l'Est du site)

S9 : 90% du secteur 9 est dans le Groupe 4 avec les zones Z8, Z13, Z15 et Z25 (50% de remblais avec débris de démolition et teneurs faibles à modérées en 8ETM).

S8 : 69% du secteur 8 est dans le Groupe 4 avec les zones Z3, Z6, Z16, Z17, Z50, Z60, Z80, Z88 et Z97 (sol en remblais avec débris de charbon ou démolition (78%), pas de dépassement du seuil de 300 mg/kg MS (HCSP)).

S7 : 29% du secteur 7 est dans le Groupe 4 avec les zones Z5, Z20, Z38, Z54 et Z62 (pas d'indice et faibles à modérées teneurs en 8ETM).

S6 : 50% du secteur 6 est dans le Groupe 4 avec les zones Z12, Z15, Z16, Z34, Z38, Z42, Z47, Z49 et Z58 (remblais avec débris de démolition ou charbon (75%)). 2 dépassements du seuil du HCSP de 300 en Pb, au niveau de sol de remblais avec débris de démolition, sans anomalie en As

S5 : 57% du secteur 5 est dans le Groupe 1 avec les zones Z7, Z11, Z29 et Z31 (anomalies en Pb associées à des sols avec indices de remblais marqués avec débris de démolition)

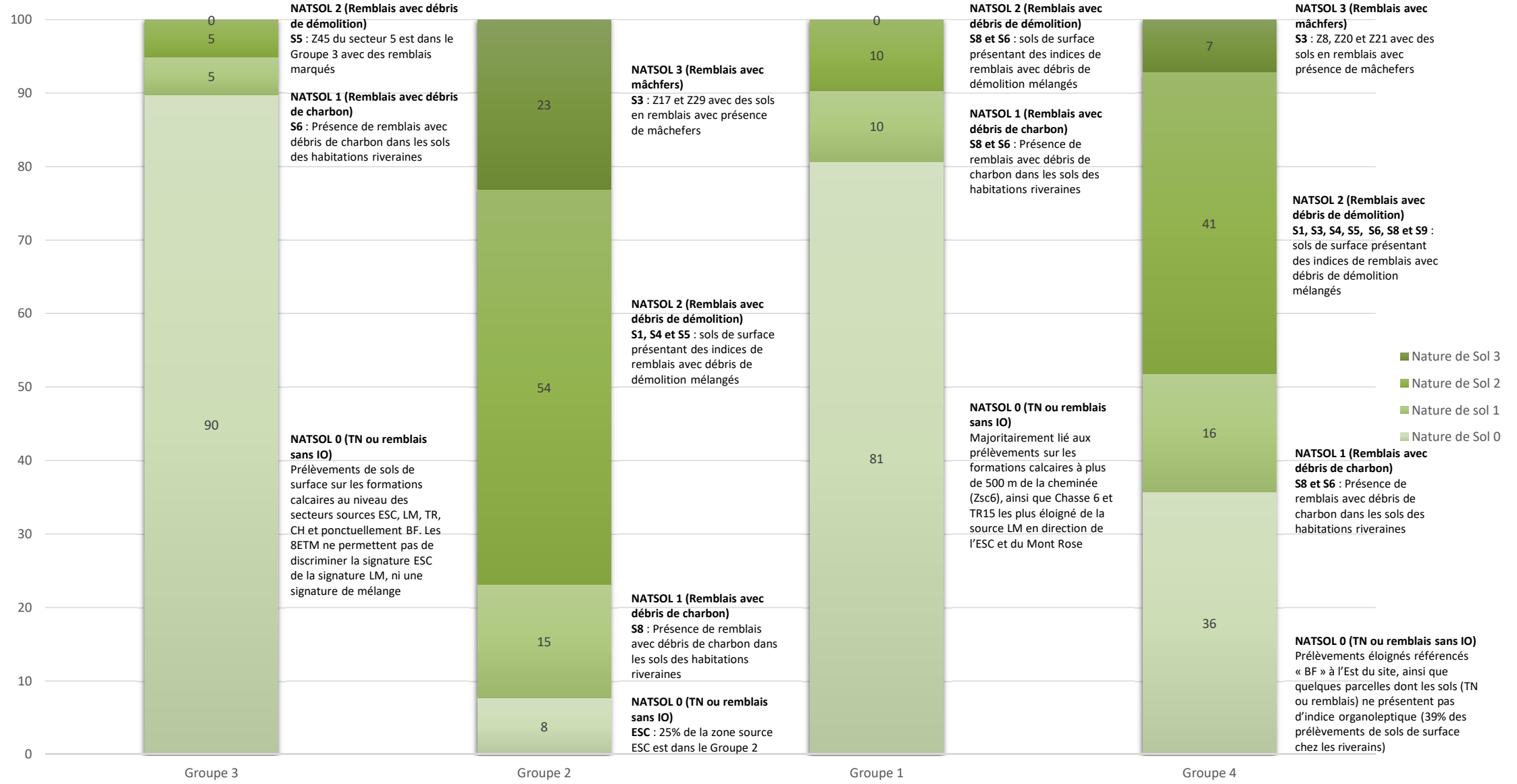
S4 : 38% du secteur 4 est dans le Groupe 4 avec les zones Z9, Z12, Z21 et Z25 (remblais avec débris de démolition).

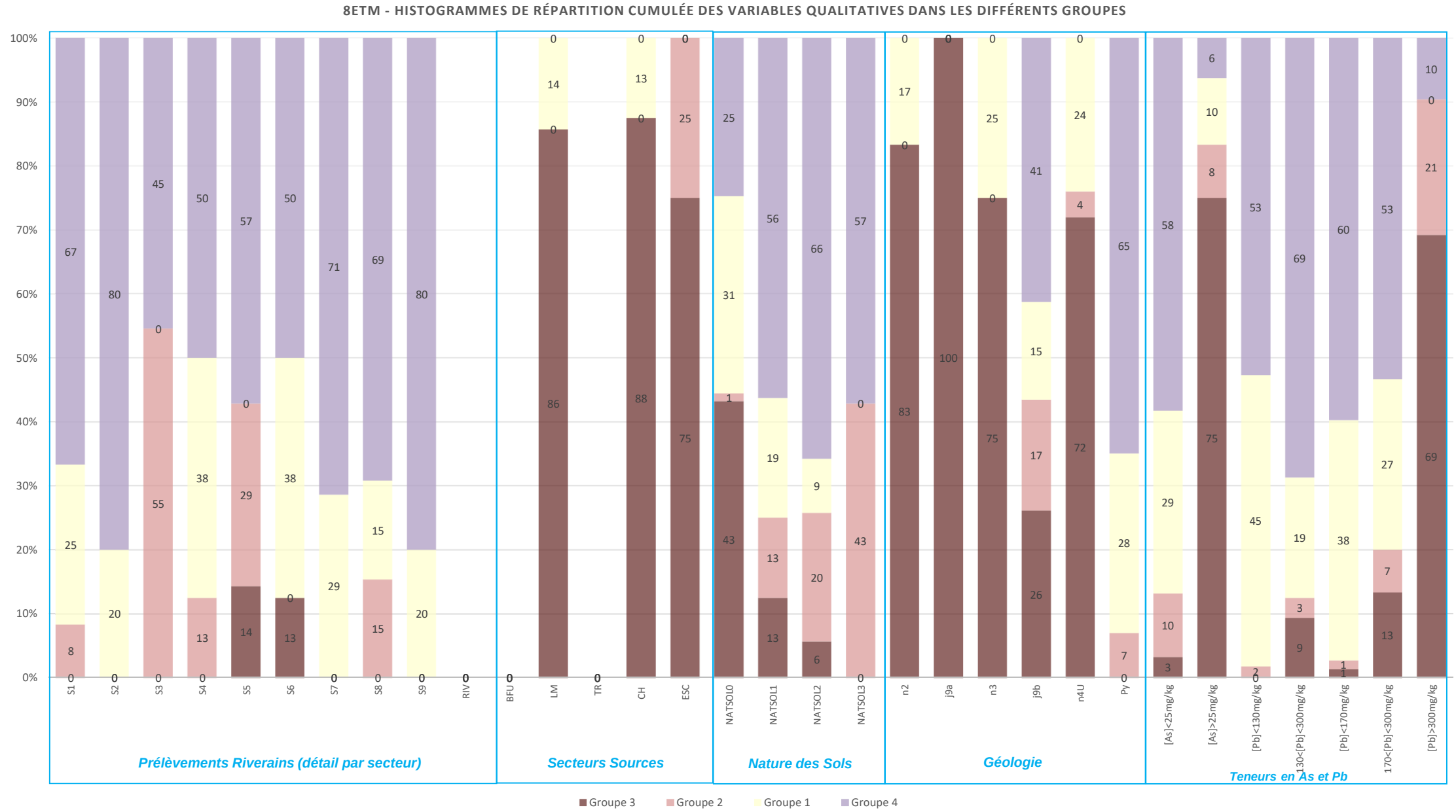
S3 : 45% du secteur 3 est dans le Groupe 4 avec les zones Z1, Z8, Z20 et Z21 (remblais marqués avec débris de démolition et mâchefers).

S2 : 80% du secteur 2 est dans le Groupe 2 avec les zones Z2, Z3 et Z6 (pas d'indice mais teneurs en Pb > ELT sans dépassement du seuil du HCSP de 300 mg/kg).).

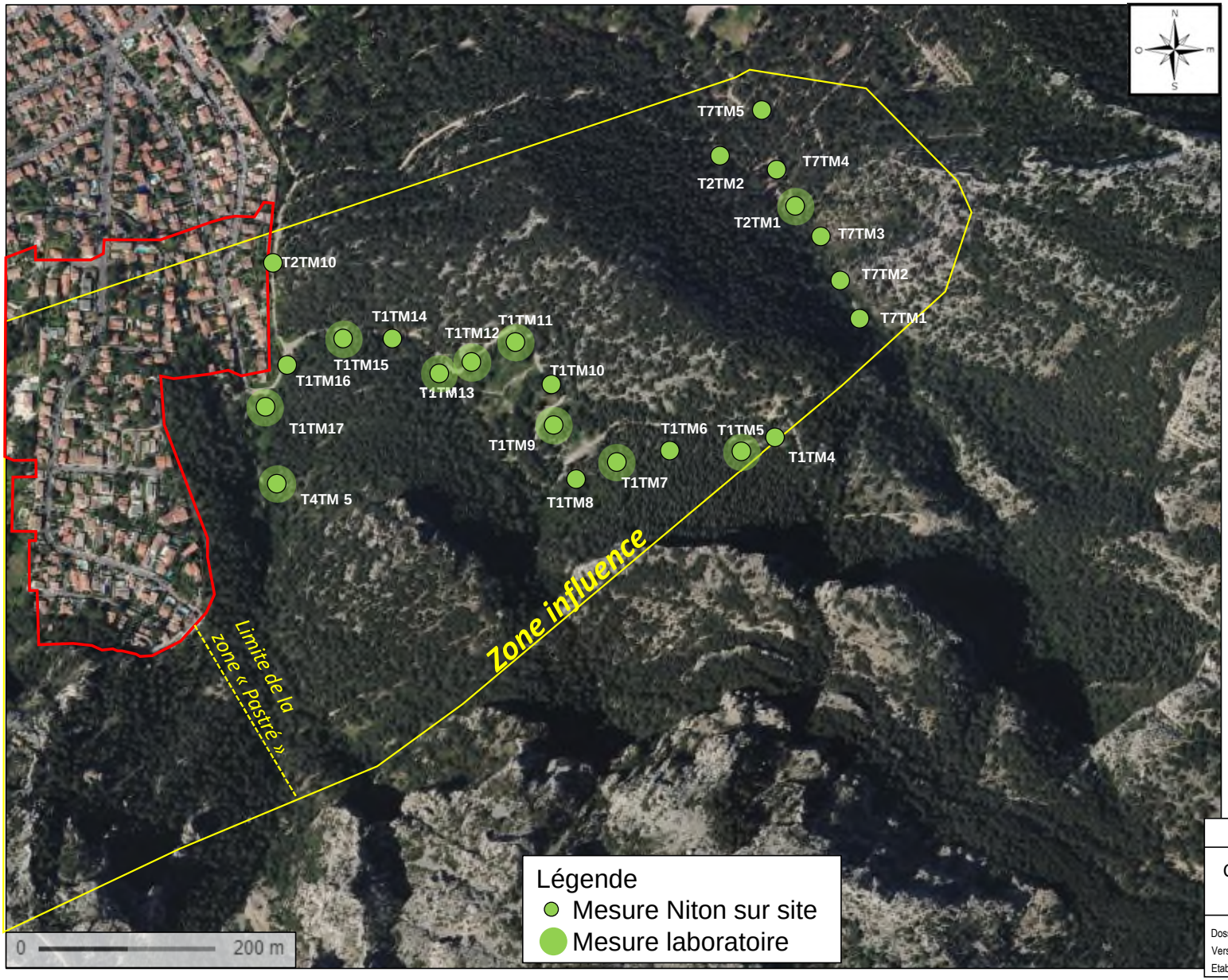
S1 : 67% du secteur 1 est dans le Groupe 4 avec les zones Z13, Z18, Z21, Z5 et Z9 (teneurs en Pb > ELT systématiquement associées à des remblais avec débris de démolition, mais pas de teneur > 300 mg/kg).

8ETM - HISTOGRAMMES DE RÉPARTITION CUMULÉE (EN POURCENTAGE) DE LA NATURE DES SOLS DE SURFACE CONSTITUANT LES ÉCHANTILLONS RÉPARTIS DANS CHAQUE GROUPE




8ETM - HISTOGRAMMES DE RÉPARTITION CUMULÉE DES VARIABLES QUALITATIVES DANS LES DIFFÉRENTS GROUPES
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 RIV
BFU LM TR CH ESC
NATSOL0 NATSOL1 NATSOL2 NATSOL3
n2 j9a n3 j9b n4U Py
[As]<25mg/kg [As]>25mg/kg [Pb]<130mg/kg 130<[Pb]<300mg/kg [Pb]<170mg/kg 170<[Pb]<300mg/kg [Pb]>300mg/kg
Prélèvements Riverains (détail par secteur)
Secteurs Sources
Nature des Sols
Géologie
Teneurs en As et Pb
Groupe 3
Groupe 2
Groupe 1
Groupe 4

A6.12	**Investigations complémentaires sur le secteur Est en direction de Pastré (plan d'implantation et bordereau d'analyse)**



Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.	
Cartographie des investigations réalisées hors site – Zone PASTRE	
Dossier n° : 17LES038Aa Version : 1.0 Etabli par : MBu	Echelle : Graphique Date : 06/05/2020

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062089-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
003	Sol	T1 TM5 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-003** | Version : AR-20-LK-062089-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T1 TM5 (0-0,05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	2.26	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	27.1	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	0.64	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	17.3	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	19.5	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	15.3	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	238	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	104	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062090-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
004	Sol	T1 TM7 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-004** | Version : AR-20-LK-062090-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T1 TM7 (0-0,05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	7.97	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	13.7	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	0.52	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	8.81	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	15.1	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	9.43	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	128	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	70.9	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062091-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
005	Sol	T1 TM9 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-005** | Version : AR-20-LK-062091-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T1 TM9 (0-0,05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	8.61	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	5.46	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	<0.40	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	9.92	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	17.1	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	12.4	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	21.8	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	46.3	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062092-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
006	Sol	T1 TM11 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-006 |** Version : AR-20-LK-062092-01 (28/04/2020) **|** Votre réf. : T1 TM11 (0-0,05)

Date de réception physique (1) : 29/10/2019
Date de réception technique (2) : 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	2.63	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	5.77	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	<0.40	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	7.48	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	17.1	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	10.6	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	16.2	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	37.3	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062093-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
007	Sol	T1 TM12 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-007** | Version : AR-20-LK-062093-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T1 TM12 (0-0,05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	26.5	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	7.09	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	<0.40	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	10.8	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	20.4	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	11.7	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	43.0	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	74.9	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062094-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
008	Sol	T1 TM13 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-008** | Version : AR-20-LK-062094-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T1 TM13 (0-0,05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	13.4	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	5.19	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	<0.40	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	9.33	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	15.7	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	13.0	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	20.9	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	48.2	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062095-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
009	Sol	T1 TM15 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-009** | Version : AR-20-LK-062095-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T1 TM15 (0-0,05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	1.28	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	7.58	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	<0.40	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	14.6	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	19.9	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	10.3	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	66.7	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	72.3	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062096-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
010	Sol	T1 TM17 (0-0,05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-010** | Version : AR-20-LK-062096-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T1 TM17 (0-0,05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	3.01	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	5.75	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	<0.40	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	11.5	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	28.3	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	11.6	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	57.6	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	140	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062097-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
011	Sol	T2 TM1 (0-0.05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-011** | Version : AR-20-LK-062097-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T2 TM1 (0-0.05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	6.04	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	10.1	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	<0.40	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	7.12	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	9.79	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	6.02	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	84.2	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	39.6	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	<0.10	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Gwendoline BERAS
Les bâtiments des Erables – Bâtiment B – 1er étage
36-36 Bis avenue Général de Gaulle
69110 SAINTE FOY LES LYON

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 19E160235 Version du : 28/04/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-062113-01
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Projet : 17LES038Ae_Transects Calanques
Nom Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques
Référence Commande : 17LES038Ae_Transects Calanques

Coordinateur de Projets Clients : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
027	Sol	T4 TM5 (0-0.05)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **19E160235-027** | Version : AR-20-LK-062113-01 (28/04/2020) | Votre réf. : T4 TM5 (0-0.05)

Date de réception physique (1) **:** 29/10/2019
Date de réception technique (2) **:** 31/10/2019
Date et heure de prélèvement : 23/10/2019 00:00
Début d'analyse : 02/11/2019
Matrice : Sol
Température de l'air de l'enceinte (°C) : 15.6°C

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.
Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

Préparation Physico-Chimique		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Séchage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	-				
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Tamisage [Le laboratoire travaillera sur la fraction <à 2mm de l'échantillon sauf demande explicite du client] -	*	9.46	% P.B.			

Métaux		Résultat	Unité	Limite qualité	Référence qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 Digestion acide -	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	16.1	mg/kg M.S.			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	0.53	mg/kg M.S.			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	21.0	mg/kg M.S.			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	55.1	mg/kg M.S.			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	18.1	mg/kg M.S.			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	155	mg/kg M.S.			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog	*	218	mg/kg M.S.			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B - Décembre 2000 (Norme abrog - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne (Hors Sols)	*	0.28	mg/kg M.S.			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats, ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification et aux limites ou références de qualité, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité et incertitude sont disponibles sur demande.
Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr
Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande
Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

A7	**DONNEES DE TERRAIN – EAUX SUPERFICIELLES ET SEDIMENTS SUR SITE**

A7.1	**Schéma d'implantation des prélèvements réalisés**



Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) – MARSEILLE 8ème Arrt.

Schéma d'implantation des prélèvements réalisés

Dossier n° : 17LES038Aa
Version : 1.0
Etabli par : MBu

Echelle : Graphique
Date : 12/04/2018

A7.2	**Fiches de prélèvements des eaux superficielles**

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SUPERFICIELLE

NOM de l'échantillon	**Bassin Bas**	NOM DU SITE - VILLE :	**LEGRE MANTE**
CONDITION METEO DU JOUR:	Pluie	N° DOSSIER ERG :	17LES038Aa
CONDITION METEO JOURS PRECEDENTS :	Pluie	NOM DE L'OPERATEUR :	Mbu - GB
Début : Date / Heure	11h40 - 12/04/2018	Fin : Heure / Rang (ordre) :	1

CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT

Nom du cours d'eau :	Inconnu	Code (si disponible) :	
Hydrologie (entourer la mention retenue) :	**non perturbée**		
Ecoulement (entourer la mention retenue) :	**absence d'écoulements**		
Nature du substrat dominant (entourer la mention retenue) :	**fond non visible / béton mais fond mou à la sonde**		
Végétation aquatique :	**mousse verte - quelques déchets végétaux**		
Hauteur d'eau moyenne (cm) :	120	Hauteur d'eau (cm) sur l'échelle limnimétrique (si disponible) :	/
Débit mesuré (facultatif) (m3/s) :	/	Vitesse moyenne mesurée (m/s) :	/

CONDITIONS DE PRELEVEMENT

	Justification de la difficulté (acessibilité, débit, etc.)
	Conditions de prélèvements faciles - bassin

TECHNIQUE ET LOCALISATION DU PRELEVEMENT (entourer la mention retenue)

Métode de prélèvement :	**depuis la berge bétonnée**			
Type d'échantillon :	**manuel et unitaire**			
Localisation	Berge nord		Profondeur	0-30 cm
		Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)
Matériel	Perche	-	-	-
	Seau	plastique	ok	ok
	Bouteille	-	-	-
	Autre :	ficelle	ok	ok

DESCRIPTION DU MILIEU (entourer la mention retenue)

Homogénéité des eaux	**bonne**
Aspect des bords	**propre**
Présence de flottants ou surnageants	**débris mousse / végétaux / déchets**
Couleur de l'eau :	**légèrement verte**
Limpidité	**légèrement trouble**
Autres	présence d'un sanglier mort

MESURES IN SITU - ABESNCE DE MESURE

	Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)	Calibration
Mutiparamètre de terrain	-	-	-	-
Solution étalon	-	Date de péremption :	-	
Conductivité (µS/cm)	pH	Température (°C)		
239	8,87	12,8	120 ppm	

CONDITIONNEMENT DE L'ECHANTILLON

Type d'analyse	VOLUME	Matériau	Additif / Filtration
Cynaures libres et totaux, métaux lourds, HCT, HAP, BTEX, PCB, MES	250 mL	verre	- / -
	500 mL	verre	- / -

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SUPERFICIELLE

NOM de l'échantillon	**Bassin Haut**	NOM DU SITE - VILLE :	**LEGRE MANTE**
CONDITION METEO DU JOUR:	Pluie	N° DOSSIER ERG :	17LES038Aa
CONDITION METEO JOURS PRECEDENTS :	Pluie	NOM DE L'OPERATEUR :	Mbu - GB
Début : Date / Heure	12/04/2018	Fin : Heure / Rang (ordre) :	4

CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT

Nom du cours d'eau :	Inconnu	Code (si disponible) :	
Hydrologie (entourer la mention retenue) :	**non perturbée**		
Ecoulement (entourer la mention retenue) :	**absence d'écoulements**		
Nature du substrat dominant (entourer la mention retenue) :	**fond non visible / blocs, débris végétaux ressentis à la sonde**		
Végétation aquatique :	**quelques déchets végétaux**		
Hauteur d'eau moyenne (cm) :	120	Hauteur d'eau (cm) sur l'échelle limnimétrique (si disponible) :	/
Débit mesuré (facultatif) (m3/s) :	/	Vitesse moyenne mesurée (m/s) :	/

CONDITIONS DE PRELEVEMENT

	Justification de la difficulté (acessibilité, débit, etc.)
	Conditions de prélèvements faciles - bassin

TECHNIQUE ET LOCALISATION DU PRELEVEMENT (entourer la mention retenue)

Métode de prélèvement :	**depuis la berge bétonnée**			
Type d'échantillon :	**manuel et unitaire**			
Localisation	Berge nord		Profondeur	0-30 cm
		Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)
Matériel	Perche	-	-	-
	Seau	plastique	ok	ok
	Bouteille	-	-	-
	Autre :	ficelle	ok	ok

DESCRIPTION DU MILIEU (entourer la mention retenue)

Homogénéité des eaux	**bonne**
Aspect des bords	**peu visible**
Présence de flottants ou surnageants	**débris végétaux / troncs / déchets**
Couleur de l'eau :	**jaune**
Limpidité	**légèrement trouble, présence de matières en suspension**
Autres	

MESURES IN SITU - ABESNCE DE MESURE

	Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)	Calibration
Mutiparamètre de terrain	-	-	-	-
Solution étalon	-	Date de péremption :	-	
Conductivité (µS/cm)	pH	Température (°C)		
464	8,27	12,1	232 ppm	

CONDITIONNEMENT DE L'ECHANTILLON

Type d'analyse	VOLUME	Matériau	Additif / Filtration
Cynaures libres et totaux, métaux lourds, HCT, HAP, BTEX, PCB, MES	250 mL	verre	- / -
	500 mL	verre	- / -

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SUPERFICIELLE

NOM de l'échantillon	**Canal de M. entrée**	NOM DU SITE - VILLE :	**LEGRE MANTE**
CONDITION METEO DU JOUR:	Pluie	N° DOSSIER ERG :	17LES038Aa
CONDITION METEO JOURS PRECEDENTS :	Pluie	NOM DE L'OPERATEUR :	Mbu - GB
Début : Date / Heure	12/04/2018	Fin : Heure / Rang (ordre) :	2

CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT

Nom du cours d'eau :	Canal de Marseille	Code (si disponible) :	
Hydrologie (entourer la mention retenue) :	**très perturbée**		
Ecoulement (entourer la mention retenue) :	**écoulement fort**		
Nature du substrat dominant (entourer la mention retenue) :	**canal en béton, fond rocheux**		
Végétation aquatique :	**mousse marron**		
Hauteur d'eau moyenne (cm) :	20	Hauteur d'eau (cm) sur l'échelle limnimétrique (si disponible) :	/
Débit mesuré (facultatif) (m3/s) :	/	Vitesse moyenne mesurée (m/s) :	0,3125

CONDITIONS DE PRELEVEMENT

Justification de la difficulté (acessibilité, débit, etc.)
Conditions de prélèvements faciles - petit ruisseau

TECHNIQUE ET LOCALISATION DU PRELEVEMENT (entourer la mention retenue)

Métode de prélèvement :	**depuis la berge bétonnée**			
Type d'échantillon :	**manuel et unitaire**			
Localisation	entrée du canal sur site		Profondeur	0-20 cm
		Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)
Matériel	Perche	-	-	-
	Seau	plastique	ok	ok
	Bouteille	-	-	-
	Autre :	ficelle	ok	ok

DESCRIPTION DU MILIEU (entourer la mention retenue)

Homogénéité des eaux	**bonne**
Aspect des bords	**propre**
Présence de flottants ou surnageants	
Couleur de l'eau :	**aucune**
Limpidité	**légèrement trouble**
Autres	poissons

MESURES IN SITU - ABESNCE DE MESURE

	Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)	Calibration
Mutiparamètre de terrain	-	-	-	-
Solution étalon	-	Date de péremption :	-	
Conductivité (µS/cm)	pH	Température (°C)		
328	8,24	11,5	164 ppm	

CONDITIONNEMENT DE L'ECHANTILLON

Type d'analyse	VOLUME	Matériau	Additif / Filtration
Cynaures libres et totaux, métaux lourds, HCT, HAP, BTEX, PCB, MES	250 mL	verre	- / -
	500 mL	verre	- / -

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SUPERFICIELLE

NOM de l'échantillon	**Canal de M. inter1**	NOM DU SITE - VILLE :	**LEGRE MANTE**
CONDITION METEO DU JOUR:	Pluie	N° DOSSIER ERG :	17LES038Aa
CONDITION METEO JOURS PRECEDENTS :	Pluie	NOM DE L'OPERATEUR :	Mbu - GB
Début : Date / Heure	12/04/2018	Fin : Heure / Rang (ordre) :	3

CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT

Nom du cours d'eau :	Canal de Marseille - prélèvement intermédiaire 1	Code (si disponible) :	
Hydrologie (entourer la mention retenue) :	**calme**		
Ecoulement (entourer la mention retenue) :	**lente, zone fermée avec vanne**		
Nature du substrat dominant (entourer la mention retenue) :	**canal en béton, fond vaseux**		
Végétation aquatique :			
Hauteur d'eau moyenne (cm) :	60	Hauteur d'eau (cm) sur l'échelle limnimétrique (si disponible) :	/
Débit mesuré (facultatif) (m3/s) :	/	Vitesse moyenne mesurée (m/s) :	/

CONDITIONS DE PRELEVEMENT

	Justification de la difficulté (acessibilité, débit, etc.)
	Conditions de prélèvements faciles

TECHNIQUE ET LOCALISATION DU PRELEVEMENT (entourer la mention retenue)

Métode de prélèvement :	**depuis la berge bétonnée**			
Type d'échantillon :	**manuel et unitaire**			
Localisation	intermédiaire du canal		Profondeur	0-20 cm
		Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)
Matériel	Perche	-	-	-
	Seau	plastique	ok	ok
	Bouteille	-	-	-
	Autre :	ficelle	ok	ok

DESCRIPTION DU MILIEU (entourer la mention retenue)

Homogénéité des eaux	**bonne**
Aspect des bords	**trouble**
Présence de flottants ou surnageants	**/**
Couleur de l'eau :	**/**
Limpidité	**légèrement trouble**
Autres	

MESURES IN SITU - ABESNCE DE MESURE

	Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)	Calibration
Mutiparamètre de terrain	-	-	-	-
Solution étalon	-	Date de péremption :	-	
Conductivité (µS/cm)	pH	Température (°C)		
317	8,23	12,1	158 ppm	

CONDITIONNEMENT DE L'ECHANTILLON

Type d'analyse	VOLUME	Matériau	Additif / Filtration
Cynaures libres et totaux, métaux lourds, HCT, HAP, BTEX, PCB, MES	250 mL	verre	- / -
	500 mL	verre	- / -

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SUPERFICIELLE

NOM de l'échantillon	**Canal de M. inter2**	NOM DU SITE - VILLE :	**LEGRE MANTE**
CONDITION METEO DU JOUR:	Pluie	N° DOSSIER ERG :	17LES038Aa
CONDITION METEO JOURS PRECEDENTS :	Pluie	NOM DE L'OPERATEUR :	Mbu - GB
Début : Date / Heure	12/04/2018	Fin : Heure / Rang (ordre) :	6

CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT

Nom du cours d'eau :	Canal de Marseille - prélèvement intermédiaire 2	Code (si disponible) :	
Hydrologie (entourer la mention retenue) :	**très mouvementée, remous avant et après**		
Ecoulement (entourer la mention retenue) :	**rapide**		
Nature du substrat dominant (entourer la mention retenue) :	**blocs béton, briques, bord en béton et plaque métallique dans l'eau**		
Végétation aquatique :	**/**		
Hauteur d'eau moyenne (cm) :	blocs présents	Hauteur d'eau (cm) sur l'échelle limnimétrique (si disponible) :	/
Débit mesuré (facultatif) (m3/s) :	/	Vitesse moyenne mesurée (m/s) :	/

CONDITIONS DE PRELEVEMENT

	Justification de la difficulté (acessibilité, débit, etc.)
Conditions de prélèvements moyennes	

TECHNIQUE ET LOCALISATION DU PRELEVEMENT (entourer la mention retenue)

Métode de prélèvement :	**depuis une plaque métallique et de blocs tombés - présence de mousse blanche, écume ou remous**			
Type d'échantillon :	**manuel et unitaire**			
Localisation	avant la sortie du canal du site		Profondeur	0-20 cm
		Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)
Matériel	Perche	-	-	-
	Seau	-	-	-
	Bouteille	verre	ok	ok
	Autre :	-	-	-

DESCRIPTION DU MILIEU (entourer la mention retenue)

Homogénéité des eaux	**bonne - remous**
Aspect des bords	**propre**
Présence de flottants ou surnageants	**/**
Couleur de l'eau :	**claire**
Limpidité	**/**
Autres	Remous - mousse blanche

MESURES IN SITU - ABESNCE DE MESURE

	Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)	Calibration
Mutiparamètre de terrain	-	-	-	-
Solution étalon	-	Date de péremption :	-	
Conductivité (µS/cm)	pH	Température (°C)		
311	8,3	12,3	155 ppm	

CONDITIONNEMENT DE L'ECHANTILLON

Type d'analyse	VOLUME	Matériau	Additif / Filtration
Cynaures libres et totaux, métaux lourds, HCT, HAP, BTEX, PCB, MES	250 mL	verre	- / -
	500 mL	verre	- / -

FICHE DE PRELEVEMENT D'EAU SUPERFICIELLE

NOM de l'échantillon	**Canal de M. sortie**	NOM DU SITE - VILLE :	**LEGRE MANTE**
CONDITION METEO DU JOUR:	Pluie	N° DOSSIER ERG :	17LES038Aa
CONDITION METEO JOURS PRECEDENTS :	Pluie	NOM DE L'OPERATEUR :	Mbu - GB
Début : Date / Heure	15h - 12/04/2018	Fin : Heure / Rang (ordre) :	5

CARACTERISTIQUES DU POINT DE PRELEVEMENT

Nom du cours d'eau :	Canal de Marseille	Code (si disponible) :	
Hydrologie (entourer la mention retenue) :	**très mouvementée**		
Ecoulement (entourer la mention retenue) :	**fort débit**		
Nature du substrat dominant (entourer la mention retenue) :	**bord en béton - cailloux et briques en fond**		
Végétation aquatique :	**fond inconnu**		
Hauteur d'eau moyenne (cm) :	25	Hauteur d'eau (cm) sur l'échelle limnimétrique (si disponible) :	/
Débit mesuré (facultatif) (m3/s) :	/	Vitesse moyenne mesurée (m/s) :	/

CONDITIONS DE PRELEVEMENT

	Justification de la difficulté (acessibilité, débit, etc.)
	Conditions de prélèvements moyennes

TECHNIQUE ET LOCALISATION DU PRELEVEMENT (entourer la mention retenue)

Métode de prélèvement :	**depuis une trappe métallique - accès très limité**			
Type d'échantillon :	**manuel et unitaire**			
Localisation	sortie du canal du site		Profondeur	0-20 cm
		Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)
Matériel	Perche	-	-	-
	Seau	plastique	ok	ok
	Bouteille	-	-	-
	Autre :	ficelle	ok	ok

DESCRIPTION DU MILIEU (entourer la mention retenue)

Homogénéité des eaux	**bon débit**
Aspect des bords	**propre en béton légèrement terreux**
Présence de flottants ou surnageants	**/**
Couleur de l'eau :	**quelques MES mais claire**
Limpidité	**/**
Autres	présence de briques, ferrailles et cailloux en fond

MESURES IN SITU - ABESNCE DE MESURE

	Références	Vérification (O/N)	Nettoyage (O/N)	Calibration
Mutiparamètre de terrain	-	-	-	-
Solution étalon	-	Date de péremption :	-	
Conductivité (µS/cm)	pH	Température (°C)		
316	8,37	12,1	156 ppm	

CONDITIONNEMENT DE L'ECHANTILLON

Type d'analyse	VOLUME	Matériau	Additif / Filtration
Cynaures libres et totaux, métaux lourds, HCT, HAP, BTEX, PCB, MES	250 mL	verre	- / -
	500 mL	verre	- / -

A7.3	**Fiches de prélèvement des sédiments**

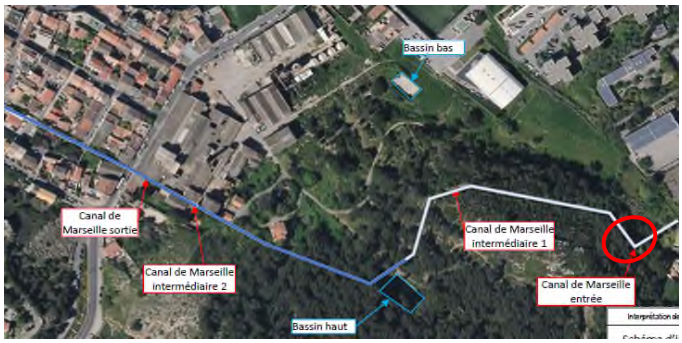
FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Canal de M - Entrée**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu - GB**
INGENIEUR	**Mbu**
DATE INTERVENTION :	**12/04/2018**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**10h20**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN) De	PROFONDEUR (m/TN) à	GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
Conditions de prélèvement					
		Prélèvement facile - petit ruisseau			
		Canal en béton, fond rocheux avec rare sédiments			
Sédiments					
		Sédiments gris à gris anthracite fin et Forte odeur de matière organique	0	Canal de M entrée	
		Présence de floculant dans l'eau			

plan de localisation du sondage



photographie du sondage



Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891908,46	6239711,86	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
Canal de M entrée	**12 ML**	Verre 300 ml	12/04/2018	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Perche
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Canal de M
Prof. Niveau eau (m/TN):	-

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

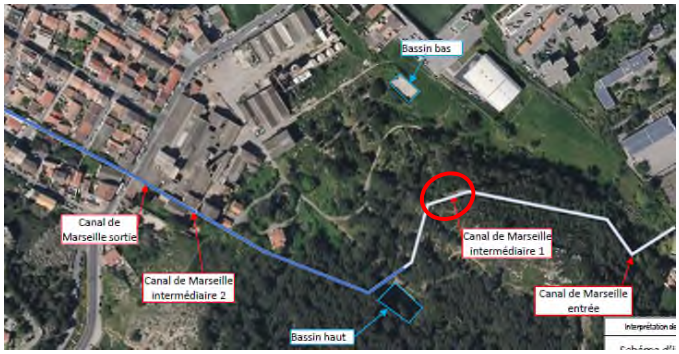
FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Canal de M - intermédaire 1**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu - GB**
INGENIEUR	**Mbu**
DATE INTERVENTION :	**12/04/2018**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**10h20**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN) De	PROFONDEUR (m/TN) à	GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
Conditions de prélèvement					
		Prélèvement facile - zone de l'écluse calme			
		Canal en béton, fond vaseux			
Sédiments					
		Sédiments gris à gris anthracite fin et Forte odeur de matière organique	0	Canal de M inter1	
		Présence de floculant dans l'eau			

plan de localisation du sondage



photographie du sondage



Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891727,43	6239762,76	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
Canal de M inter1	**12 ML**	Verre 300 ml	12/04/2018	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Perche
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Canal de M
Prof. Niveau eau (m/TN):	-

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Sédiment bassin bas 1**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu - GB**
INGENIEUR	**Mbu**
DATE INTERVENTION :	**20/04/2018**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**10h10**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN) De	PROFONDEUR (m/TN) à	GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
Conditions de prélèvement					
		Même endroit que le prélèvement d'eau effectué			
		Prélèvement difficile - beaucoup de feuilles mortes et de mousse en surface et beaucoup de mousse en profondeur			
Sédiments					
		Sédiments gris à noir fins et Forte odeur de matière organique	0	Sédiments bassin bas 1	
		Présence de floculant dans l'eau			

plan de localisation du sondage



photographie du sondage



Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891671,66	6239868,72	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
Sédiments bassin bas 1	**8 ML**	Verre 300 ml	20/04/2018	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Perche
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Bassin bas nord
Prof. Niveau eau (m/TN):	1,2

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Sédiment bassin bas 2**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu - GB**
INGENIEUR	**Mbu**
DATE INTERVENTION :	**20/04/2018**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**10h20**

ABO ERG ENVIRONNEMENT
59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN) De	PROFONDEUR (m/TN) à	GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
Conditions de prélèvement					
		Prélèvement difficile - beaucoup de débris végétaux en surface - beaucoup de mousse verte en fond mais absence de mousse en surface			
		Moins de profondeur d'eau que pour le prélèvement bassin bas 1			
Sédiments					
		Sédiments gris à gris anthracite fin et Forte odeur de matière organique	0	Sédiments bassin bas 2	
		Présence de floculant dans l'eau			

plan de localisation du sondage



photographie du sondage



Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891692,56	6239862,61	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
Sédiments bassin bas 2	**8 ML**	Verre 300 ml	20/04/2018	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Perche
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Bassin bas sud
Prof. Niveau eau (m/TN):	-

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

FICHE DE SONDAGE / Prélèvement de sol

NUMERO DU SONDAGE :	**Sédiment bassin hayt**
NOM AFFAIRE :	**LEGRE MANTE**
ADRESSE SITE :	**162 Avenue de la Madrague de Montredon**
VILLE :	**MARSEILLE 13**
NUMERO DOSSIER :	**17LES038Aa**
RESPONSABLE TERRAIN :	**Mbu - GB**
INGENIEUR	**Mbu**
DATE INTERVENTION :	**03/05/2018**
HEURE DE PRELEVEMENT :	**10h20**

ABO ERG ENVIRONNEMENT

59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel 04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

PROFONDEUR (m/TN) De	PROFONDEUR (m/TN) à	GEOLOGIE/COULEUR	Mesure PID	N° ECH.	ENVOI LABO
Conditions de prélèvement					
		Prélèvement difficile - beaucoup de débris végétaux - fond profond et déporté du mur			
		environ 1,2 m d'eau			
Sédiments					
		Sédiments gris à gris anthracite fin et Forte odeur de matière organique	0	Sédiments bassin haut	
		Présence de vers et de coquilles			

plan de localisation du sondage



photographie du sondage



Coordonnées :	X :	Y :	Système de coordonnées :
	891679,89	6239677,34	LAMBERT 93 (m)

Echantillons	Analyses	Conditionnement/ Volume	Date envoi	Conditions de transport	Laboratoire
Sédiments bassin haut	**8 ML**	Verre 300 ml	03/05/2018	glacière et transporteur	EUROFINS

DIVERS

Engin:	Perche
Diam. foration:	-
Environnement Sondage:	Bassin haut
Prof. Niveau eau (m/TN):	-

Le mode de gestion des cuttings et du rebouchage a consisté à réemployer sur chaque sondage effectué les matériaux extraits dans leur ordre inverse de sortie, en privilégiant de remettre en place les sols dits « pollués ». Les surplus de sols inertes ont été stockés dans des sacs étanches puis déposés dans une benne étanche sur notre agence de La Seyne sur Mer, dans l'attente d'une évacuation en filière adaptée (décharge d'inertes dans le cas de matériaux dits inertes). Dans le cas spécifique du site étudié, l'ensemble des matériaux extraits a pu être réutilisé en remblaiement des sondages réalisés.

A7.4	**Bordereaux d'analyse des eaux superficielles et des sédiments sur site**

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marine BONNEAU
59 Avenue André Roussin
13016 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018
Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Eau de surface	(ESU)	Bassin haut
002	Eau de surface	(ESU)	Bassin bas
003	Eau de surface	(ESU)	Canal de Marseille - entrée
004	Sédiments	(SED)	Canal de Marseille - entrée - SED
005	Eau de surface	(ESU)	Canal de Marseille - intermédiaire 1
006	Sédiments	(SED)	Canal de Marseille - intermédiaire 1 - SED
007	Eau de surface	(ESU)	Canal de Marseille - intermédiaire 2
008	Eau de surface	(ESU)	Canal de Marseille - sortie

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018
Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		Bassin haut	Bassin bas	Canal de Marseille - entrée	Canal de Marseille - entrée - SED	Canal de Marseille - intermédiaire 1	Canal de Marseille - intermédiaire 1 - SED
Matrice :		ESU	ESU	ESU	SED	ESU	SED
Date de prélèvement :		12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018
Date de début d'analyse :		17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018
Préparation Physico-Chimique							
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.				* 38.4		* 4.91
XXS06 : **Séchage à 40°C**					* -		* -
Analyses immédiates							
LS002 : **Matières en suspension (MES) par filtration**	mg/l	# 5.1	# <4.1	# <3.9		# 5.1	
Indices de pollution							
LS064 : **Cyanures aisément libérables**	µg/l	* <10	* <10	* <10		* <10	
DN226 : **Cyanures totaux**	µg/l	* <10	* <10	* <10		* <10	
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**					* -		* -
LS863 : **Antimoine (Sb)**	mg/kg MS				<1.00		<1.00
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS				* 6.72		* 2.80
LS866 : **Baryum (Ba)**	mg/kg MS				* 81.5		* 329
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS				* 0.84		* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS				* 72.1		* 10.5
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS				* 51.3		* 26.0
LS880 : **Molybdène (Mo)**	mg/kg MS				* 1.23		* <1.00
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS				* 32.5		* 12.3
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS				* 48.4		* 47.6
LS885 : **Sélénium (Se)**	mg/kg MS				* <5.00		* <5.00
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS				* 110		* 105
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS				* 0.17		* 0.25
LS122 : **Arsenic (As)**	mg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005		* <0.005	
LS127 : **Cadmium (Cd)**	mg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005		* <0.005	
LS129 : **Chrome (Cr)**	mg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005		* <0.005	
LS105 : **Cuivre (Cu)**	mg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
LS115 : **Nickel (Ni)**	mg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005		* <0.005	
LS137 : **Plomb (Pb)**	mg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005		* <0.005	
LS111 : **Zinc (Zn)**	mg/l	* <0.02	* <0.02	* <0.02		* <0.02	
LS151 : **Antimoine (Sb)**	µg/l	* 0.29	* 0.36	* 0.37		* 0.36	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018
Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		Bassin haut	Bassin bas	Canal de Marseille - entrée	Canal de Marseille - entrée - SED	Canal de Marseille - intermédiaire 1	Canal de Marseille - intermédiaire 1 - SED
Matrice :		ESU	ESU	ESU	SED	ESU	SED
Date de prélèvement :		12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018
Date de début d'analyse :		17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018
Métaux							
LS154 : **Baryum (Ba)**	µg/l	* 30.1	* 10.6	* 37.1		* 37.2	
LS178 : **Molybdène (Mo)**	µg/l	* 0.51	* 0.30	* 0.63		* 0.61	
DN224 : **Sélénium (Se)**	µg/l	* <0.50	* <0.50	* <0.50		* <0.50	
DN225 : **Mercure (Hg)**	µg/l	* <0.20	* <0.20	* <0.20		* <0.20	
Hydrocarbures totaux							
LS308 : **Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches**							
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/l	* <0.03	* <0.03	* <0.03		* <0.03	
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/l	<0.008	<0.008	<0.008		<0.008	
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/l	<0.008	<0.008	<0.008		<0.008	
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/l	<0.008	<0.008	<0.008		<0.008	
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/l	<0.008	<0.008	<0.008		<0.008	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)							
LS318 : **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)**							
Naphtalène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Acénaphthylène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Acénaphtène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Fluorène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Anthracène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Fluoranthène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Pyrène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Benzo-(a)-anthracène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Chrysène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Benzo(a)pyrène	µg/l	* <0.0075	* <0.0075	* <0.0075		* <0.0075	
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Phénanthrène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
Somme des HAP	µg/l	<0.16	<0.16	<0.16		<0.16	
Polychlorobiphényles (PCBs)							

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018
Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		Bassin haut	Bassin bas	Canal de Marseille - entrée	Canal de Marseille - entrée - SED	Canal de Marseille - intermédiaire 1	Canal de Marseille - intermédiaire 1 - SED
Matrice :		ESU	ESU	ESU	SED	ESU	SED
Date de prélèvement :		12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018	12/04/2018
Date de début d'analyse :		17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018	17/04/2018
Polychlorobiphényles (PCBs)							
LS338 : **PCB congénères réglementaires (7 composés)**							
PCB 28	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
PCB 52	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
PCB 101	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
PCB 118	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
PCB 138	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
PCB 153	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
PCB 180	µg/l	* <0.01	* <0.01	* <0.01		* <0.01	
SOMME PCB (7)	µg/l	<0.07	<0.07	<0.07		<0.07	
Composés Volatils							
LS326 : **BTEX (5 composés)**							
Benzène	µg/l	* <0.50	* <0.50	* <0.50		* <0.50	
Toluène	µg/l	* <1.00	* <1.00	* <1.00		* <1.00	
Ethylbenzène	µg/l	* <1.00	* <1.00	* <1.00		* <1.00	
o-Xylène	µg/l	* <1.00	* <1.00	* <1.00		* <1.00	
Xylène (méta-, para-)	µg/l	* <1.00	* <1.00	* <1.00		* <1.00	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018
Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

N° Echantillon		007	008
Référence client :		Canal de Marseille - intermédiaire 2	Canal de Marseille - sortie
Matrice :		ESU	ESU
Date de prélèvement :		12/04/2018	12/04/2018
Date de début d'analyse :		14/04/2018	17/04/2018
Administratif			
LS0IR : **Mise en réserve de l'échantillon (en option)**			
Analyses immédiates			
LS002 : **Matières en suspension (MES) par filtration**	mg/l		# 5.3
Indices de pollution			
LS064 : **Cyanures aisément libérables**	µg/l		* <10
DN226 : **Cyanures totaux**	µg/l		* <10
Métaux			
LS122 : **Arsenic (As)**	mg/l		* <0.005
LS127 : **Cadmium (Cd)**	mg/l		* <0.005
LS129 : **Chrome (Cr)**	mg/l		* <0.005
LS105 : **Cuivre (Cu)**	mg/l		* <0.01
LS115 : **Nickel (Ni)**	mg/l		* <0.005
LS137 : **Plomb (Pb)**	mg/l		* <0.005
LS111 : **Zinc (Zn)**	mg/l		* <0.02
LS151 : **Antimoine (Sb)**	µg/l		* 0.35
LS154 : **Baryum (Ba)**	µg/l		* 35.6
LS178 : **Molybdène (Mo)**	µg/l		* 0.55
DN224 : **Sélénium (Se)**	µg/l		* <0.50
DN225 : **Mercure (Hg)**	µg/l		* <0.20
Hydrocarbures totaux			
LS308 : **Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches**			
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/l		* <0.03
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/l		<0.008
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/l		<0.008
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/l		<0.008
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/l		<0.008
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018
Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

N° Echantillon		007		008
Référence client :		Canal de Marseille - intermédiaire 2		Canal de Marseille - sortie
Matrice :		ESU		ESU
Date de prélèvement :		12/04/2018		12/04/2018
Date de début d'analyse :		14/04/2018		17/04/2018
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)				
LS318 : **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)**				
Naphtalène	µg/l		*	0.02
Acénaphthylène	µg/l		*	<0.01
Acénaphtène	µg/l		*	<0.01
Fluorène	µg/l		*	<0.01
Anthracène	µg/l		*	<0.01
Fluoranthène	µg/l		*	<0.01
Pyrène	µg/l		*	<0.01
Benzo-(a)-anthracène	µg/l		*	<0.01
Chrysène	µg/l		*	<0.01
Benzo(b)fluoranthène	µg/l		*	<0.01
Benzo(k)fluoranthène	µg/l		*	<0.01
Benzo(a)pyrène	µg/l		*	<0.0075
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l		*	<0.01
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/l		*	<0.01
Phénanthrène	µg/l		*	<0.01
Benzo(ghi)Pérylène	µg/l		*	<0.01
Somme des HAP	µg/l			0.02<x<0.168
Polychlorobiphényles (PCBs)				
LS338 : **PCB congénères réglementaires (7 composés)**				
PCB 28	µg/l		*	<0.01
PCB 52	µg/l		*	<0.01
PCB 101	µg/l		*	<0.01
PCB 118	µg/l		*	<0.01
PCB 138	µg/l		*	<0.01
PCB 153	µg/l		*	<0.01
PCB 180	µg/l		*	<0.01
SOMME PCB (7)	µg/l			<0.07
Composés Volatils				
LS326 : **BTEX (5 composés)**				
Benzène	µg/l		*	<0.50
Toluène	µg/l		*	<1.00
Ethylbenzène	µg/l		*	<1.00

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq

Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site

Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

N° Echantillon		007		008
Référence client :		Canal de Marseille - intermédiaire 2		Canal de Marseille - sortie
Matrice :		ESU		ESU
Date de prélèvement :		12/04/2018		12/04/2018
Date de début d'analyse :		14/04/2018		17/04/2018
Composés Volatils				
LS326 : **BTEX (5 composés)**				
o-Xylène	µg/l		*	<1.00
Xylène (méta-, para-)	µg/l		*	<1.00

D : détecté / ND : non détecté

Observations	N° Ech	Réf client
Les délais de mise en analyse sont supérieurs à ceux indiqués dans notre dernière étude de stabilité ou aux délais normatifs pour les paramètres identifiés par '#' et donnent lieu à des réserves sur les résultats, avec retrait de l'accréditation. L'échantillon a néanmoins été conservé dans les meilleures conditions de stockage.	(001) (002) (003) (005) (008)	Bassin haut / Bassin bas / Canal de Marseille - entrée / Canal de Marseille - intermédiaire 1 / Canal de Marseille - sortie /

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 11 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E038107

Version du : 02/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Date de réception : 14/04/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018
Référence Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018



Stéphanie André
Responsable Service Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 18E038107

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-057206-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-337200

Nom projet : 17LES038Aa IEM hors site

Référence commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

Eau de surface

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
DN224	Sélénium (Se)	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	0.5	µg/l	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
DN225	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation - Dosage par SFA] - NF EN ISO 17852	0.2	µg/l	
DN226	Cyanures totaux	Flux continu [Flux continu] - NF EN ISO 14403	10	µg/l	
LS002	Matières en suspension (MES) par filtration	Gravimétrie [Filtre Millipore AP40] - NF EN 872	2	mg/l	
LS064	Cyanures aisément libérables	Flux continu - NF EN ISO 14403	10	µg/l	
LS0IR	Mise en réserve de l'échantillon (en option)				
LS105	Cuivre (Cu)	ICP/AES - NF EN ISO 11885	0.01	mg/l	
LS111	Zinc (Zn)		0.02	mg/l	
LS115	Nickel (Ni)		0.005	mg/l	
LS122	Arsenic (As)		0.005	mg/l	
LS127	Cadmium (Cd)		0.005	mg/l	
LS129	Chrome (Cr)		0.005	mg/l	
LS137	Plomb (Pb)		0.005	mg/l	
LS151	Antimoine (Sb)	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2	0.2	µg/l	
LS154	Baryum (Ba)		0.2	µg/l	
LS178	Molybdène (Mo)		0.2	µg/l	
LS308	Indice hydrocarbures (C10-C40) – 4 tranches	GC/FID [Extraction Liquide / Liquide sur prise d'essai réduite] - NF EN ISO 9377-2			
	Indice Hydrocarbures (C10-C40)		0.03	mg/l	
	HCT (nC10 - nC16) (Calcul)		0.008	mg/l	
	HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)		0.008	mg/l	
	HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)		0.008	mg/l	
	HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)		0.008	mg/l	
LS318	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	GC/MS/MS [Extraction Liquide / Liquide] - NF EN ISO 28540			
	Naphtalène		0.01	µg/l	
	Acénaphthylène		0.01	µg/l	
	Acénaphtène		0.01	µg/l	
	Fluorène		0.01	µg/l	
	Anthracène		0.01	µg/l	
	Fluoranthène		0.01	µg/l	
	Pyrène		0.01	µg/l	
	Benzo-(a)-anthracène		0.01	µg/l	
	Chrysène		0.01	µg/l	
	Benzo(b)fluoranthène		0.01	µg/l	
	Benzo(k)fluoranthène		0.01	µg/l	
	Benzo(a)pyrène		0.0075	µg/l	
	Dibenzo(a,h)anthracène		0.01	µg/l	
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.01	µg/l	
	Phénanthrène		0.01	µg/l	
	Benzo(ghi)Pérylène		0.01	µg/l	
	Somme des HAP			µg/l	
LS326	BTEX (5 composés)	HS - GC/MS - NF ISO 11423-1			

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 18E038107

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-057206-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-337200

Nom projet : 17LES038Aa IEM hors site

Référence commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

Eau de surface

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	Benzène		0.5	µg/l	
	Toluène		1	µg/l	
	Ethylbenzène		1	µg/l	
	o-Xylène		1	µg/l	
	Xylène (méta-, para-)		1	µg/l	
LS338	PCB congénères réglementaires (7 composés)	GC/MS/MS [Extraction Liquide / Liquide] - NF EN ISO 6468			
	PCB 28		0.01	µg/l	
	PCB 52		0.01	µg/l	
	PCB 101		0.01	µg/l	
	PCB 118		0.01	µg/l	
	PCB 138		0.01	µg/l	
	PCB 153		0.01	µg/l	
	PCB 180		0.01	µg/l	
	SOMME PCB (7)			µg/l	

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS863	Antimoine (Sb)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B (Sol)	1	mg/kg MS	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg MS	
LS866	Baryum (Ba)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B (Sol)	1	mg/kg MS	
LS870	Cadmium (Cd)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	0.4	mg/kg MS	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg MS	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg MS	
LS880	Molybdène (Mo)		1	mg/kg MS	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg MS	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg MS	
LS885	Sélénium (Se)		5	mg/kg MS	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg MS	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne	0.1	mg/kg MS	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Gravimétrie - NF ISO 11464	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E038107

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-057206-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-337200

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

Référence commande : 17LES038Aa - eSU SED 12-04-2018

Eau de surface

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E038107-001	Bassin haut	12/04/2018 11:00	V02265814	250mL verre
18E038107-001	Bassin haut	12/04/2018 11:00	V03036944	500mL verre
18E038107-002	Bassin bas	12/04/2018 11:00	V02265800	250mL verre
18E038107-002	Bassin bas	12/04/2018 11:00	V03036940	500mL verre
18E038107-003	Canal de Marseille - entrée	12/04/2018 11:00	V02265815	250mL verre
18E038107-003	Canal de Marseille - entrée	12/04/2018 11:00	V03036946	500mL verre
18E038107-005	Canal de Marseille - intermédiaire 1	12/04/2018 11:00	V02265803	250mL verre
18E038107-005	Canal de Marseille - intermédiaire 1	12/04/2018 11:00	V03036956	500mL verre
18E038107-007	Canal de Marseille - intermédiaire 2	12/04/2018 11:00	V02265817	250mL verre
18E038107-007	Canal de Marseille - intermédiaire 2	12/04/2018 11:00	V03036949	500mL verre
18E038107-008	Canal de Marseille - sortie	12/04/2018 11:00	V02265826	250mL verre
18E038107-008	Canal de Marseille - sortie	12/04/2018 11:00	V03036952	500mL verre

Sédiments

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E038107-004	Canal de Marseille - entrée - SED	12/04/2018 11:00	V05BI4650	374mL verre (sol)
18E038107-006	Canal de Marseille - intermédiaire 1 -	12/04/2018 11:00	V05BI4659	374mL verre (sol)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marine BONNEAU
59 Avenue André Roussin
13016 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E046448

Version du : 14/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-061980-01

Date de réception : 04/05/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - 03-05-2018
Référence Commande :

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	sédiment bassin haut 2

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E046448

Version du : 14/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-061980-01

Date de réception : 04/05/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - 03-05-2018
Référence Commande :

N° Echantillon			**001**
Référence client :			**sédiment bassin haut 2**
Matrice :			**SED**
Date de prélèvement :			03/05/2018
Date de début d'analyse :			04/05/2018
Préparation Physico-Chimique			
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	*	7.25
XXS06 : **Séchage à 40°C**		*	-
Métaux			
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		*	-
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	*	3.66
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	*	0.41
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	*	10.5
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	*	26.0
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	*	15.6
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	*	42.8
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	*	103
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	*	0.22

D : détecté / ND : non détecté

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E046448

Version du : 14/05/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-061980-01

Date de réception : 04/05/2018

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - 03-05-2018
Référence Commande :

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



Stéphanie André
Responsable Service Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 18E046448

N° de rapport d'analyse :AR-18-LK-061980-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-343627

Nom projet : 17LES038Aa - Transects callanques

Référence commande :

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg MS	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg MS	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg MS	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg MS	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg MS	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg MS	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg MS	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne	0.1	mg/kg MS	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Gravimétrie - NF ISO 11464	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E046448

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-061980-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-343627

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
17LES038Aa - Transects callanques
Nom Commande : 17LES038Aa - 03-05-2018

Référence commande :

Sédiments

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E046448-001	sédiment bassin haut 2	03/05/2018 11:00:00	V05BL2606	374mL verre (sol)

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marine BONNEAU
59 Avenue André Roussin
13016 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E041545 Version du : 01/06/2018
N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-070955-01 Date de réception : 21/04/2018
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - 20- 04-18
Référence Commande :

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
002	Sol	sédiments bassin bas 1

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **18E041545-002 |** Version : AR-18-LK-070955-01 (01/06/2018 **|** Votre réf. : sédiments bassin bas 1

Date de réception : 21/4/2018
Date et heure de prélèvement : 20/04/2018 10:00
Début d'analyse : 24/04/2018
Matrice : Sol

Préparation Physico-Chimique

		Résultat	Unité	Limite qualité	Réf qualité	Incertitude
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Gravimétrie - NF ISO 11464*	*	8.97	% P.B.			
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Séchage - NF ISO 11464*	*	-				

Métaux

		Résultat	Unité	Limite qualité	Réf qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B*	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	<1.03	mg/kg MS			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	<0.41	mg/kg MS			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	8.23	mg/kg MS			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	23.0	mg/kg MS			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	11.4	mg/kg MS			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	31.0	mg/kg MS			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	69.7	mg/kg MS			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne*	*	0.10	mg/kg MS			

D : détecté / ND : non détecté



Gilles Lacroix
Coordinateur Projets Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande

Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marine BONNEAU
59 Avenue André Roussin
13016 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E041545 Version du : 01/06/2018
N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-070956-01 Date de réception : 21/04/2018
Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa - Transects callanq
Nom Projet : 17LES038Aa IEM hors site
Nom Commande : 17LES038Aa - 20- 04-18
Référence Commande :

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
003	Sol	sédiments bassin bas 2

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

N° ech **18E041545-003 |** Version : AR-18-LK-070956-01 (01/06/2018 **|** Votre réf. : sédiments bassin bas 2

Date de réception : 21/4/2018
Date et heure de prélèvement : 20/04/2018 10:20
Début d'analyse : 24/04/2018
Matrice : Sol

Préparation Physico-Chimique

		Résultat	Unité	Limite qualité	Réf qualité	Incertitude
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Gravimétrie - NF ISO 11464*	*	10.4	% P.B.			
XXS06 : **Séchage à 40°C** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Séchage - NF ISO 11464*	*	-				

Métaux

		Résultat	Unité	Limite qualité	Réf qualité	Incertitude
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B*	*	-				
LS865 : **Arsenic (As)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	<1.00	mg/kg MS			
LS870 : **Cadmium (Cd)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	<0.40	mg/kg MS			
LS872 : **Chrome (Cr)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	<5.00	mg/kg MS			
LS874 : **Cuivre (Cu)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	10.1	mg/kg MS			
LS881 : **Nickel (Ni)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	5.14	mg/kg MS			
LS883 : **Plomb (Pb)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	21.0	mg/kg MS			
LS894 : **Zinc (Zn)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B*	*	46.6	mg/kg MS			
LSA09 : **Mercure (Hg)** Prestation réalisée sur le site de Saverne NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-1488 *SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne*	*	0.11	mg/kg MS			

D : détecté / ND : non détecté



Gilles Lacroix
Coordinateur Projets Clients

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ● .

Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.
Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande

Dans le cas d'analyse d'Air à l'Emission : Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.

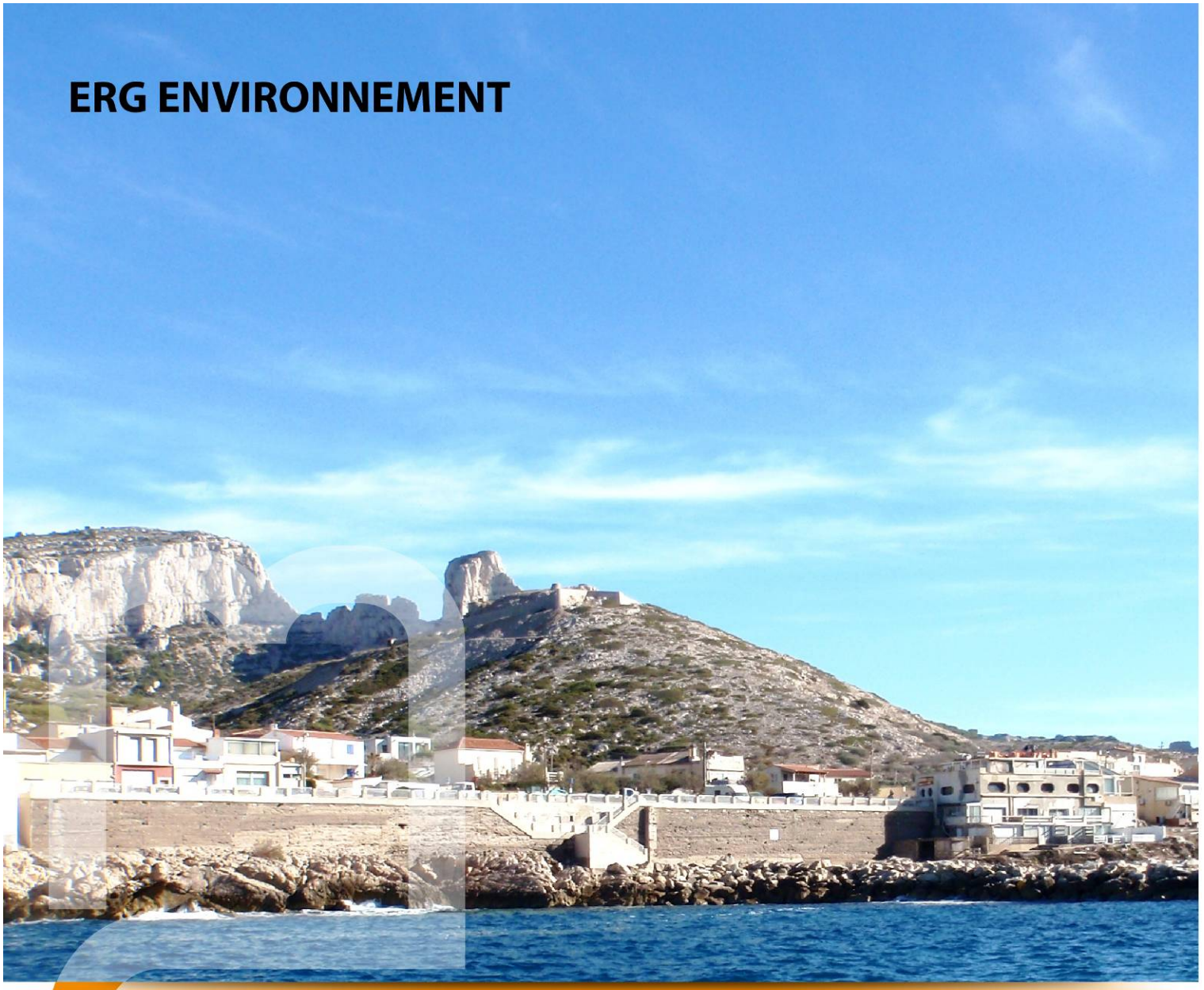
Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Otterswiller - 67700 Saverne
Tél 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/env
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

ACCREDITATION
N° 1- 1488
Site de saverne
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

A8	**DONNEES DE TERRAIN – MILIEU MARIN**

A8.1	**Compte rendu d'intervention – MORANCY CONSEIL**

ERG ENVIRONNEMENT



SUIVI DE LA QUALITE DU MILIEU MARIN ENTRE LA POINTE ROUGE ET LES GOUDES A MARSEILLE

Prélèvements d'échantillons d'eau, de sédiments et de matière vivante

Décembre 2017

MORANCY CONSEIL ENVIRONNEMENT

263, avenue de Saint Antoine - 13015 Marseille. Tel 04 91 09 38 68

SOMMAIRE

1. PRÉAMBULE 4
2. LOCALISATION DE LA ZONE DE PROJET 4
3. ASPECTS METHODOLOGIQUES 6
3.1. LES DIFFERENTS PRELEVEMENTS REALISES 6
3.2. DEMANDES D'AUTORISATION DE PRELEVEMENT 6
3.3. LES CONDITIONS DE PRELEVEMENTS 7
3.4. SITUATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS SUR CHAQUE STATION 7
4. COMPTE RENDU DES PRELEVEMENTS 8
4.1. LES PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS 8
4.2. PRELEVEMENTS D'EAU 8
4.3. MATIERE VIVANTE 9

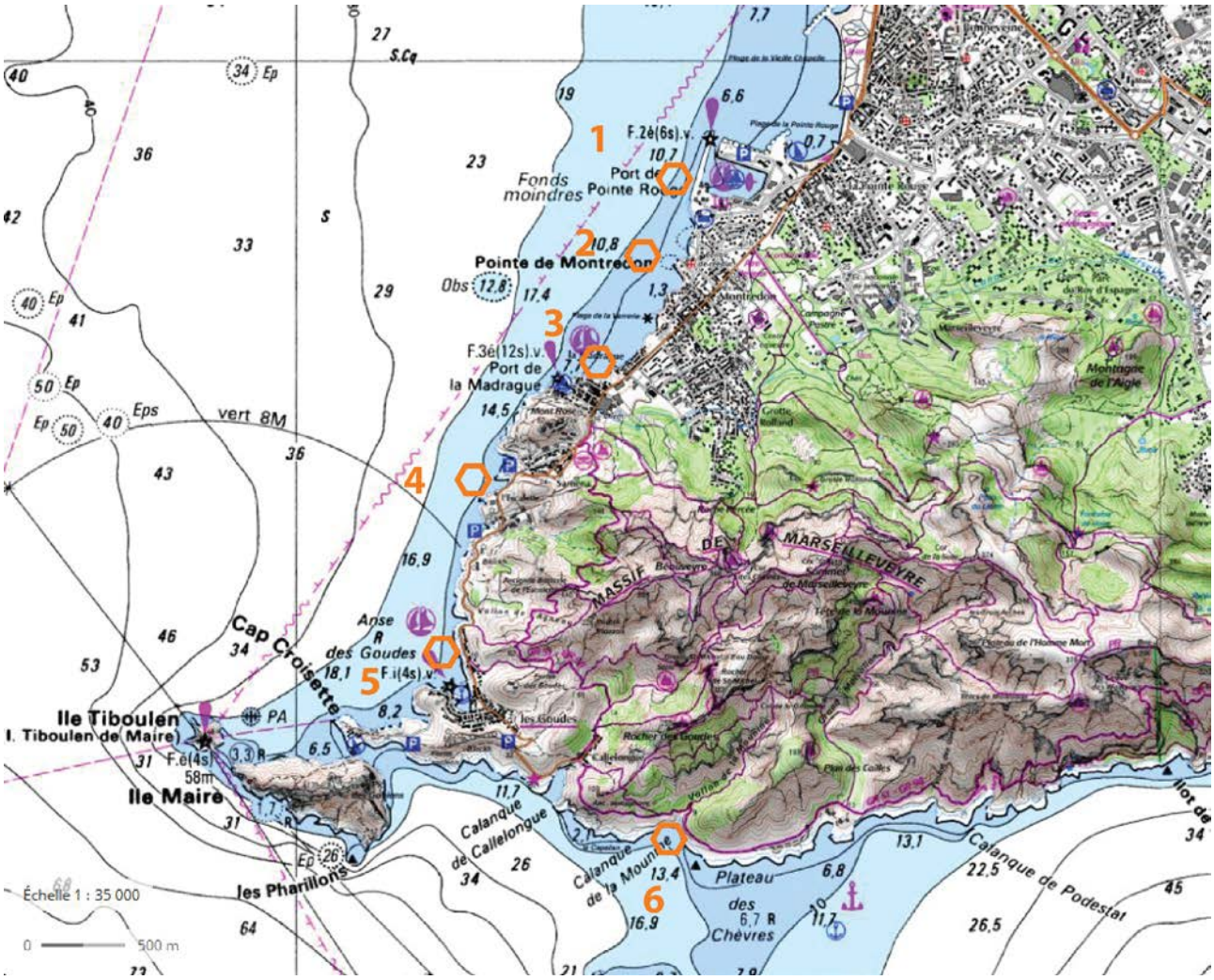
1. PRÉAMBULE

A la demande de la société ERG Environnement, le bureau d'études MORANCY CONSEIL ENVIRONNEMENT a réalisé les campagnes de prélèvements en mer pour le suivi de la qualité du milieu marin le long du littoral de Marseille, entre le port de la Pointe Rouge au Nord et les Calanques au sud.

Le compte rendu de ces campagnes de prélèvements est présenté ci-après.

2. LOCALISATION DE LA ZONE DE PROJET

Les stations d'échantillonnage ont été réparties le long du littoral, sur toute la zone d'étude. La localisation des stations qui ont été retenues pour cette étude est présentée sur la carte ci-dessous.



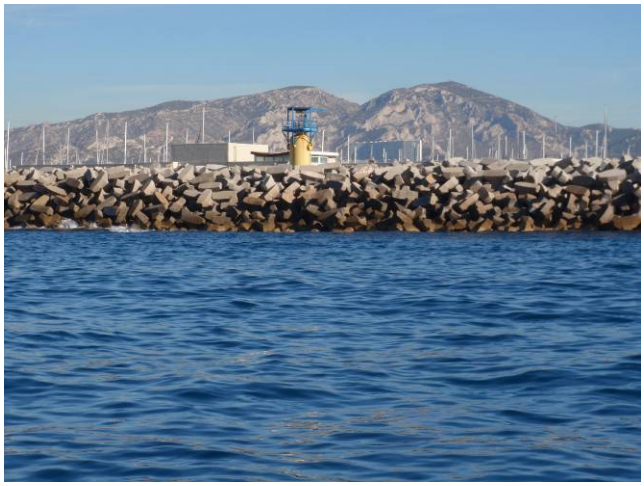
Localisation de la zone d'étude

Situation des points de prélèvement :

- Station 1 : Port de la Pointe Rouge, à proximité de la digue, côté large
- Station 2 : au large de la Pointe de Montredon

- Station 3 : côte au nord du port de la Madrague
- Station 4 : secteur de l'Escalette
- Station 5 : Anse des Goudes
- Station 6 : Calanque de la Mounine, comme station témoin car située sur un secteur à priori hors des influences des anciens sites industriels du secteur de Montredon/La Madrague.

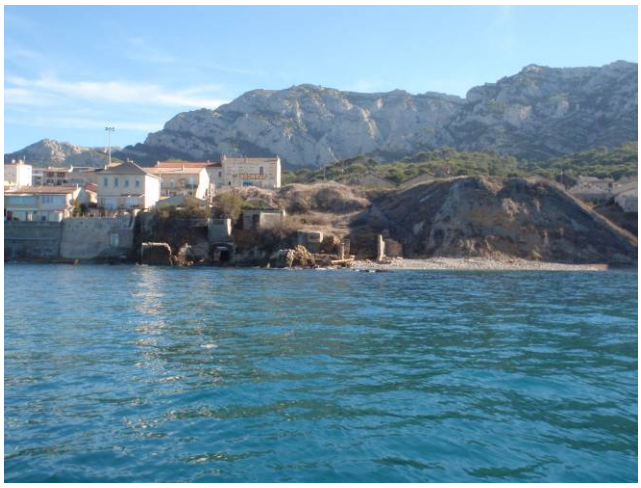
Les photographies ci-dessous présentent une vue de chaque station.



Station 1 – Port de la Pointe Rouge



Station 2 : Pointe de Montredon



Station 3 : secteur port de la Madrague



Station 4 : secteur de l'Escalette



Station 5 : Anse des Goudes



Station 6 : Calanque de la Mounine

3. ASPECTS METHODOLOGIQUES

3.1. LES DIFFERENTS PRELEVEMENTS REALISES

Les campagnes de prélèvements ont été organisées sur 3 compartiments du milieu marin :

- Les sédiments marins,
- Les eaux de mer,
- Et la matière vivante, avec des prélèvements d'oursins et de moules.

Pour chaque type de prélèvement, un flaconnage spécifique a été fourni par le laboratoire EUROFINS, en charge des analyses des prélèvements.

Les glacières correspondant aux prélèvements à faire sont embarquées à bord du bateau et remplies au fur et à mesure de la collecte des échantillons. Chaque glacière est maintenue au frais par des packs réfrigérés, placés au congélateur quelques jours auparavant.

Les glacières sont expédiées le jour même au laboratoire par un transporteur rapide, équipé de camion réfrigéré, de manière à garantir les conditions d'analyses et d'accréditation du laboratoire.

3.2. DEMANDES D'AUTORISATION DE PRÉLÈVEMENT

Compte tenu de la situation des points de prélèvements, à l'intérieur du périmètre « cœur de Parc » du Parc National des Calanques » et de la nature de certains prélèvements (oursins, organisme dont la pêche est réglementée et soumise à des périodes d'ouverture et de mode de capture), des autorisations spéciales ont du être demandées :

- Auprès du **Parc National des Calanques** : une autorisation est nécessaire pour prélever tout type de matériaux ou produits (sédiments marins, organismes vivants…), à l'intérieur du

périmètre du Parc National.

- Auprès du **service des Affaires Maritimes** : une autorisation de prélèvements et de dérogation à la réglementation existante a été nécessaire pour pouvoir prélever des oursins en plongée sous-marine avec bouteille et pour pouvoir prélever en dehors de la période légale de pêche de ces organismes.

L'obtention des ces autorisations a été relativement longue à obtenir (près de 2 mois).

3.3. LES CONDITIONS DE PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements se sont déroulés à partir de la mi-novembre 2017, en semaine 46, à partir du mercredi 15 novembre, après une grosse tempête de Mistral les 10, 11, 12 et 13 novembre 2017, avec des vents de 100 à 110 km/h. Le 14 novembre, le vent était tombé mais la mer restait encore très forte.

Lors des prélèvements, le vent était quasi nul. Il restait une houle résiduelle de 0,5 à 0,8m le mercredi matin 15 novembre, qui s'est légèrement atténuée au fur et à mesure des prélèvements. Le temps est toujours resté relativement beau et ensoleillé, mais avec des températures de l'air relativement froides (>10°C).

La visibilité au fond était de l'ordre de 5m et proche de 10m sur la station 6, au niveau de la Calanque de la Mounine, un peu plus protégée des houles de Mistral.

3.4. SITUATION DES POINTS DE PRÉLÈVEMENTS SUR CHAQUE STATION

Les stations de prélèvement des sédiments sont situées sur des fonds d'une dizaine de mètre de profondeur en moyenne. C'est en général la profondeur à partir de laquelle les fonds sédimentaires sont présents, le long de ce littoral rocheux. En effet, tout le secteur de la zone d'étude est une côte rocheuse, dont les rochers se prolongent sous le niveau de la mer, de façon plus ou moins abrupte.

Pour les prélèvements d'oursins, nous sommes remontés perpendiculairement au trait de côte pour trouver des fonds rocheux, biotopes des oursins.

Pour les prélèvements d'eau de mer, deux échantillons ont été prélevés sur chaque station, selon une perpendiculaire à la côte : un échantillon à proximité de la côte et un échantillon situé plus au large (200 à 250m)

4. COMPTE RENDU DES PRELEVEMENTS

4.1. LES PRÉLÈVEMENTS DE SÉDIMENTS

Les prélèvements de sédiments ont été réalisés par carottages, par des plongeurs en scaphandre autonomes. Ces prélèvements se sont déroulés sans problèmes. Les fonds sont sableux sur tout le long de cette côte. Aucun sédiment sablo-vaseux ou vaseux n'a été rencontré sur ces stations. Ces sédiments fins ne sont rencontrés que beaucoup plus profond et plus au large, sur ce secteur géographique. Les analyses risquent donc de donner des teneurs en polluants assez faibles, la pollution se fixant plutôt sur les matériaux les plus fins.

Sur chaque station, 3 prélèvements sont réalisés par carottage. Afin d'obtenir un échantillon représentatif de la station, les trois prélèvements sont réalisés dans un cercle de 10m de diamètre.

Les carottiers sont ensuite bouchés aux deux extrémités par les plongeurs puis remontés à la surface. Sur le bateau, chaque carotte est conditionnée dans un grand bocal étiqueté. Les 3 flacons prélevés sur chaque station portent la même mention « sédiments station XX ». Une fois au laboratoire, ces trois échantillons sont mélangés afin d'obtenir un prélèvement moyen sur la station considérée.

Tous les prélèvements se sont déroulés dans de bonnes conditions, aucun problème n'est à signaler lors des prélèvements.

Les profondeurs de prélèvements sur chaque station sont données dans le tableau ci-dessous :

Station de prélèvement	Profondeur du prélèvement
Station 1 : Port de la Pointe Rouge	9 m
Station 2 : au large de la Pointe de Montredon	8 m
Station 3 : secteur port de la Madrague	7 m
Station 4 : secteur de l'Escalette	14 m
Station 5 : Anse des Goudes	7 m
Station 6 : Calanque de la Mounine	8 m

4.2. PRÉLÈVEMENTS D'EAU

Deux points de prélèvement ont été réalisés sur chaque station. Les prélèvements ont été réalisés à partir d'un bateau.

Le premier noté « Station XX côte » a été prélevé à une distance de 25 à 50m de la côte. La plupart du temps nous essayons de nous approcher à 25 m des rochers en bateau, mais parfois nous avons du rester à 40/50 m du bord en raison de la houle encore assez forte par endroits et du ressac sur les rochers (résidus de la tempête du week-end précédent les sorties en mer).

Le deuxième point d'échantillonnage, noté « Station XX large », a été prélevé entre 200 et 250m du bord, selon un axe perpendiculaire au trait de côte, passant par le point de la station.

Tout le flaconnage a été fourni par le laboratoire d'analyse EUROFINS. Sur chaque point de prélèvement 7 flacons ont été prélevés, certains contenant des stabilisants d'échantillons, et immédiatement conditionnés en glacières réfrigérées.

Les glacières ont été expédiées le jour même du prélèvement vers le laboratoire d'analyses.



Préparation des glacières pour l'expédition vers le laboratoire d'analyses

4.3. MATIÈRE VIVANTE

Les prélèvements sur la matière vivante prévoyaient initialement la collecte de moules et d'oursins. Compte tenu des zones échantillonnées et de notre connaissance du secteur, il était pressenti que les moules seraient absentes sur les stations à échantillonner, celles-ci étant absentes des fonds marins de ce secteur géographique.

Ce fut effectivement le cas. Aucune moule n'a été rencontrée sur les fonds rocheux de cette zone, même en bordure du littoral, sur les rochers peu profonds.

Les prélèvements sur la matière vivante ont donc concerné uniquement les oursins. Ces oursins ont été prélevés par plongeur, sur les fonds rocheux de la station. Pour cela, sur chaque station, nous avons du nous rapprocher un peu de la côte, afin de rencontrer des fonds rocheux, substrat sur lequel vivent et se développent les oursins.



Préparation de l'équipe de plongeurs avant prélèvements



Les oursins collectés sur une station, avant conditionnement

Les fonds rocheux étant absents sur la station 1 (port de la Pointe Rouge), les prélèvements ont été réalisés sur les blocs rocheux et tétrapodes constituant la digue du large protégeant le port de la Pointe Rouge.

Les oursins ont été prélevés entre -11m et -5m selon les stations et la configuration des fonds rocheux de chaque station.

Nous avons trouvé des oursins en nombre suffisant sur toutes les stations échantillonnées. Deux grands sacs ont été prélevés sur chaque station pour obtenir les 100g de chair nécessaires à l'analyse. Les 2 sacs d'une station portent la même référence, le numéro de la station « Station XX ».

Ces oursins ont été conditionnés directement en glacière réfrigérée, une fois remontés en surface sur le bateau. Les glacières ont été expédiées le jour même vers le laboratoire d'analyses.

Fin du compte rendu

5. ANNEXE 1 :

Demandes d'autorisations dérogatoires pour pouvoir réaliser les prélèvements auprès :

- **du Parc National des Calanques**
- **et des Affaires Maritimes.**

Parc national des Calanques

Objet
Notification de décision individuelle relative aux prélèvements de sédiment marin, de *Paracentrotus lividus* et de *Mytilus galloprovincialis* dans le cœur marin du Parc national des Calanques

Suivi par
Alessandra ACCORNERO-PICON
04.20.10.50.03
alessandra.accornero-picon@calanques-parcnational.fr
N/REF : 2017/FB/AAP – C1711/422

Mme Laurence FRATICELLI

MORANCY CONSEIL ENVIRONNEMENT
263, avenue de Saint Antoine
13015 MARSEILLE
FRANCE

Date
Marseille, le 6 novembre 2017

Madame,

Par courriel en date du 13 octobre 2017, vous m'avez sollicité pour une autorisation dérogatoire individuelle pour effectuer des prélèvements de sédiments marins ainsi que d'oursins comestibles (*Paracentrotus lividus)* et de moules (*Mytilus galloprovincialis*), dans le cadre d'une étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) à réaliser par ordre de la DREAL.

En effet, les prélèvements en cœur du Parc national sont désormais soumis à une autorisation du directeur de l'établissement public, conformément à l'article 3 du décret n°2012-507 du 18 avril 2012 modifié et au MARcœur 2 de la Charte du Parc.

Conformément aux prescriptions du MARcœur 2, je vous informe que j'ai pris à ce jour un arrêté vous autorisant les prélèvements de tissus de cétacés demandés, que vous trouverez annexé au présent courrier et que **vous devrez avoir en votre possession les jours des prélèvements**.

Veuillez noter que cette autorisation du Parc national des Calanques ne se substitue bien évidement pas aux éventuelles autres autorisations de droit commun.

Cette autorisation individuelle vaut pour la période du 13 au 17 novembre 2017 et comporte des prescriptions dont je vous serais reconnaissant de bien vouloir vous assurer du respect.

Je vous prie de croire, Madame, à l'assurance de ma considération distinguée.

Le directeur

François BLAND

Parc national des Calanques

Etablissement public du parc national des Calanques
Décision individuelle

N° DI – 2017 – 285

Pétitionnaire : *MORANCY CONSEIL ENVIRONNEMENT – Laurence FRATICELLI*
Nature de la demande *: Prélèvement, transport et emport de minéraux en dehors du cœur ; atteinte aux patrimoines, détention, transport et emport en dehors du cœur*
Localisation *: cœur marin du Parc national des Calanques (secteur Cap Croisette)*

Le Directeur de l'établissement public du Parc national des Calanques,

Vu le code de l'environnement et notamment ses articles L331 4-1, R331-22 ;

Vu le décret n° 2012-507 du 18 avril 2012 modifié créant le Parc national des Calanques et notamment ses articles 3 et 11 ;

Vu la charte du Parc national des Calanques – Volume II fixant les modalités d'application de la réglementation (MARcœur) et notamment son MARcœur 2 ;

Vu l'arrêté ministériel du 23 avril 2013 portant nomination du directeur de l'établissement public du Parc national des Calanques ;

Vu la demande de MORANCY CONSEIL ENVIRONNEMENT, représenté par Madame Laurence FRATICELLI, en date du 13 octobre 2017 ;

Considérant que le directeur de l'établissement public du Parc peut délivrer des autorisations dérogatoires individuelles pour prélever, transporter et emporter en dehors du cœur des minéraux, dans le cadre d'une mission scientifique, ainsi que pour détenir, transporter et, le cas échéant, emporter en dehors du cœur, des animaux non dans le cadre d'une mission scientifique ;

Considérant l'intérêt scientifique de ces prélèvements, qui seront réalisés dans le contexte d'une étude d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) par ordre de la DREAL et pour le compte de la société GINKGO ;

Considérant que les activités décrites dans la demande sont conformes aux dispositions des textes susvisés ;

ARRETE

Article 1 : **Identité du bénéficiaire – Nature de la demande**

MORANCY CONSEIL ENVIRONNEMENT, représenté par Madame Laurence FRATICELLI, est autorisé à effectuer des prélèvements scientifiques de sédiments (via carottage manuel par plongeur), d'oursins comestibles (*Paracentrotus lividus)* et de moules (*Mytilus galloprovincialis*), si présentes sur les stations.

Parc national des Calanques

Cette autorisation est délivrée pour les espaces maritimes du cœur de Parc national des Calanques se situant dans le secteur du Cap Croisette, au niveau des stations suivantes :

Station 1	(43,243669 N ; 5,361484 E)
Station 2	(43,239355 N ; 5,358137 E)
Station 3	(43,233853 N ; 5,354446 E)
Station 4	(43,228224 N ; 5,346378 E)
Station 5	(43,218342 N ; 5,343460 E)
Station 6	(43,208459 N ; 5,360540 E)

Article 2 : **Prescriptions**

La présente autorisation est délivrée sous réserve des prescriptions suivantes :

1. le volume maximal total de sédiment prélevé au cours de la campagne de prélèvement sera de 18L (3L par station) ;

2. la quantité maximale totale autorisée au prélèvement est fixée à 1 200 g (200 g par station) de chair d'oursins (*Paracentrotus lividus)* et 1 200 g (200 g par station) de chair de moules (*Mytilus galloprovincialis*), si présentes ;

3. les prélèvements ne devront pas impacter les habitats et espèces patrimoniales pouvant se situer à proximité (ex. *posidonie, grand nacre*...) ;

4. le pétitionnaire devra fournir à l'établissement public du Parc national des Calanques une copie du rapport final de l'étude, ainsi que les publications éventuelles issues de l'analyse de ces prélèvements ;

5. le pétitionnaire devra citer le Parc national des Calanques dans les publications relatives aux résultats obtenus dans le cadre de cette autorisation ;

6. le pétitionnaire veillera à respecter les réglementations applicables dans le cœur du Parc national des Calanques.

Article 3 : Durée

La présente autorisation est délivrée pour la période calendaire située entre le 13 et le 17 novembre 2017, reportable en cas de mauvaises conditions météo-marines (dans ce cas le pétitionnaire informera l'établissement public du Parc national des nouvelles dates de la campagne, au plus tard la veille de sa réalisation, à l'adresse mail suivante : autorisations@calanques-parcnational.fr.

Article 4 : Autres obligations

La présente autorisation est délivrée au titre de la réglementation du Parc national des Calanques, et ne substitue pas aux obligations de MORANCY CONSEIL ENVIRONNEMENT et aux éventuelles autres autorisations nécessaires à l'organisation de ces prélèvements.

Parc national des Calanques

Article 5 : Publication

Le présent avis conforme sera publié au recueil des actes administratifs de l'établissement public du parc national des Calanques (http://www.calanques-parcnational.fr/fr/mediatheque/recueil-des-actes-administratifs).

À Marseille, le 6 novembre 2017,

Le Directeur

François BLAND

Copie :

- Préfecture Maritime de Méditerranée
- Préfecture de Région Provence Alpes Côte d'Azur
- Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Bouches-du-Rhône
- Direction Interrégionale de la Mer

La présente décision peut être contestée par recours gracieux auprès de l'autorité qui la délivre, par envoi recommandé, dans un délai de deux mois à compter de sa notification. Elle peut également être contestée, dans le même délai devant le Tribunal administratif territorialement compétent.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

Direction interrégionale de la mer Méditerranée
Service réglementation et contrôle

DÉCISION N° 840 DU 13 NOVEMBRE 2017

portant autorisation pour le personnel de la société Morancy Conseil Environnement d'effectuer en scaphandre autonome des prélèvements d'échantillons biologiques de faune à des fins scientifiques

Le préfet des Alpes-Maritimes,
en charge de l'intérim des fonctions de préfet
de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur

VU le règlement (CE) n° 1967/2006 du Conseil du 21 décembre 2006 (notamment l'article 13 alinéa 1), concernant des mesures de gestion pour l'exploitation durable des ressources halieutiques en Méditerranée et modifiant le règlement (CEE) n° 2847/93 et abrogeant le règlement (CE) n°1626/94 ;

VU le règlement (CE) n° 1224/2009 du Conseil du 20 novembre 2009 instituant un régime communautaire de contrôle afin d'assurer le respect des règles de la politique commune de la pêche ;

VU le livre IX du code rural et de la pêche maritime notamment l'article R 921-76 et suivants ;

VU le décret n°2004-374 du 29 avril 2004 modifié relatif aux pouvoirs des préfets, à l'organisation et à l'action des services de l'Etat dans les régions et départements ;

VU le décret n° 2010-130 du 11 février 2010 modifié relatif à l'organisation et aux missions des directions interrégionales de la mer ;

VU l'arrêté ministériel du 1er décembre 1960 modifié portant réglementation de la pêche sous-marine sur l'ensemble du territoire métropolitain ;

VU l'arrêté ministériel du 28 décembre 2012 encadrant les différentes opérations de pêche aux fins scientifiques définies par la réglementation européenne ou nationale et applicables aux navires français immatriculés dans l'Union européenne ;

VU l'arrêté préfectoral n° R93-2017-10-24-007 du 24 octobre 2017 portant délégation de signature à Monsieur Pierre-Yves ANDRIEU, directeur interrégional de la mer Méditerranée ;

VU la décision n° DI-2017-285 du directeur de l'Etablissement public parc national des Calanques en date du 06 novembre 2017 ;

VU la demande présentée par Morancy conseil Environnement en date du 10 novembre 2017;

.../...

DÉCIDE

ARTICLE 1

Sont autorisées à effectuer des plongées sous-marines avec scaphandre autonome pour des prélèvements d'échantillons biologiques (oursins et moules) exclusivement dans un but scientifique pour les besoins d'une étude d'interprétation de l'Etat des milieux (IEM), les personnes titulaires du certificat d'aptitude à l'hyperbarie dont les noms suivent:

Nom Prénom	Certificat d'aptitude à l'hyperbarie Classe	Mention
MORANCY Richard	I	B
MOUSSET Estelle	II	B
HADJ-RABAH Nedjma	II	B

ARTICLE 2

Sauf autorisation expresse de la direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, de Provence -Alpes-Côte d'Azur, cette autorisation de prélèvement exclut les espèces suivantes :

- Mérou brun (Epinephelus marginatus)
- Posidonie (*Posidonia oceanica*)
- Cymodocée (*Cymodocea nodosa*)
- Caulerpa taxifolia
- Grande nacre (Pinna Nobilis)
- Jambonneau rude (Pinna pernula)
- Patelle géante (Patella ferruginea)
- Datte de mer (Lithophaga lithophaga)
- Grande cigale (Scyllarides latus)
- Oursin diadème (Centrostephanus longispinus)
- Corb (Sciaena umbra)

ARTICLE 3

Cette autorisation est valable pour les 6 stations situées dans le secteur du cap Croisette (Voir carte annexée).

ARTICLE 4

Les bénéficiaires de la présente autorisation devront être dûment mandatés par le directeur de Morancy Conseil Environnement.

ARTICLE 5

Le navire utilisé pour les plongées sera :

- le navire TITOUAN immatriculé sous le numéro MA F27965 propriétaire Société IMMADRAS

.../...

ARTICLE 6

Les bénéficiaires sont tenus, avant de plonger, de s'assurer qu'aucun filet ou autre engin n'est calé dans les parages à explorer.
Ils devront se conformer à toutes les conditions particulières, qui pourraient leur être imposées dans l'intérêt de la navigation par le délégué à la mer et au littoral du département des Bouches du Rhône et devront, en outre, se soumettre à tout contrôle demandé par les agents chargés de la surveillance des pêches.

ARTICLE 7

Les captures effectuées devront être limitées en quantité aux nécessités de la recherche et ne pourront en aucun cas être mises à la vente.

ARTICLE 8

La présente autorisation est accordée à titre précaire et révocable jusqu'au 17 novembre 2017.

ARTICLE 9

Le directeur interrégional de la mer Méditerranée est chargé de l'application et de la notification de la présente décision.

Fait à Marseille, le 13 NOVEMBRE 2017
Pour le Préfet et par délégation,
Pour le Directeur interrégional de la mer
Méditerranée et par délégation,
Jean-Luc HALL
Directeur interrégional adjoint



Diffusion
Morancy Conseil Environnement

Copies/

RAA DIRM

DDTM/ DML/SEEM MA
Vedette régionale MAUVE
CNSP ETEL

Dossier RC

.../...

A8.2	**Tableaux des résultats d'analyse de l'eau de mer, des sédiments et des oursins**

Paramètres	Unités	Station 1 côte	Station 1 large	Station 2 côte	Station 2 large	Station 3 côte	Station 3 large	Station 4 côte	Station 4 large	Station 5 côte	Station 5 large	Station 6 côte	Station 6 large
		Secteur Nord éloigné Port de la Pointe Rouge, à proximité de la digue		**Secteur Nord** Pointe de Montredon		**Secteur LM** côte au nord-est du port de la Madrague		**Secteur Sud - Escalette** L'Escalette		**Secteur Sud éloigné - Les Goudes** Sortie nord du port des Goudes		**Secteur Sud - Calanques** Calanque de la Mounine	
		Prélèvement à 25-50 m/bord	Prélèvement à 200-250 m/bord	Prélèvement à 25-50 m/bord	Prélèvement à 200-250 m/bord	Prélèvement à 25-50 m/bord	Prélèvement à 200-250 m/bord	Prélèvement à 25-50 m/bord	Prélèvement à 200-250 m/bord	Prélèvement à 25-50 m/bord	Prélèvement à 200-250 m/bord	Prélèvement à 25-50 m/bord	Prélèvement à 200-250 m/bord
Arsenic (As)	µg/l	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
Chrome (Cr)	µg/l	1,1	<1.0	1,3	1,2	1,3	1,1	1,1	<1.0	<1.0	<1.0	**1,5**	**1,4**
Mercure (Hg)	µg/l	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Cyanures totaux dissous	µg/l	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
Cadmium (Cd)	µg/l	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Cuivre dissous	µg/l	1,3	<1.0	1,1	1,1	**1,7**	1,4	1,2	<1.0	<1.0	1,4	1,1	1,2
Nickel dissous	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Plomb dissous	µg/l	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	**2,3**	**1,4**	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
Zinc dissous	µg/l	1,1	2,7	1,3	**7**	1,8	2,5	3,7	<1.0	<1.0	2,6	<1.0	1,4
HCT C10-C40	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Benzène	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Ethylbenzène	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
m+p+o-Xylène	µg/l	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
Toluène	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Phénanthrène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Chrysène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Indeno (1,2,3,c,d) pyrene	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(ghi)Pérylène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pyrène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluorène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Acénaphthylène	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Anthracène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Acénaphtène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Naphtalène	µg/l	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Fluoranthène	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 28	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 52	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 153	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 138	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 118	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 180	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 101	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Somme des PCBs détectés	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

Paramètres	Unités	Règlement 1881/2006 modifié par les règlements européens 420/2011, 488/2014 et 1005/2015			Oursins station 1	Oursins station 2	Oursins station 3	Oursins station 4	Oursins station 5	Oursins station 6
		Cephalopodes	Crustacés	Mollusques bivalves	**Secteur Nord éloigné** Port de la Pointe Rouge, à proximité de la digue	**Secteur Nord** Pointe de Montredon	**Secteur LM** côte au nord-est du port de la Madrague	**Secteur Sud - Escalette** L'Escalette	**Secteur Sud éloigné - Les Goudes** Sortie nord du port des Goudes	**Secteur Sud - Calanques** Calanque de la Mounine
Matière sèche	% P.B.				19,90	19,00	16,60	19,20	18,40	23,70
Lyophilisation					-	-	-	-	-	-
Minéralisation HNO3/Eau oxygénée					-	-	-	-	-	-
Aluminium (Al)	mg/kg MS				471,00	603,00	**653,00**	325,00	382,00	113,00
Argent (Ag)	mg/kg MS				<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
Arsenic (As)	mg/kg MS				22,40	24,40	20,40	**27,80**	19,50	<10.0
Cadmium (Cd)	mg/kg MS				0,50	**0,67**	0,64	0,47	0,52	0,54
Chrome (Cr)	mg/kg MS				3,65	**4,14**	3,23	2,45	2,86	1,18
Cuivre (Cu)	mg/kg MS				13,90	12,70	12,00	10,10	**15,80**	5,03
Fer (Fe)	mg/kg MS				1 540,00	1 640,00	**1 720,00**	1 470,00	1 590,00	354,00
Manganèse (Mn)	mg/kg MS				31,10	**35,20**	29,90	29,00	**48,90**	7,69
Nickel (Ni)	mg/kg MS				2,14	2,59	2,60	1,74	**2,89**	<1.00
Plomb (Pb)	mg/kg MS				15,70	15,30	18,10	30,30	**39,30**	3,76
Vanadium (V)	mg/kg MS				10,00	10,10	8,52	8,90	**11,40**	5,29
Zinc (Zn)	mg/kg MS				62,80	107,00	76,10	108,00	**126,00**	79,80
Mercure (Hg)	mg/kg MS				0,27	**0,43**	0,22	0,22	0,17	0,14
Matière brute	% Eau				80,10	81,00	83,40	80,80	81,60	76,30
Aluminium (Al)	mg/kg humide				93,73	114,57	108,40	62,40	70,29	26,78
Argent (Ag)	mg/kg humide				0,20	0,19	0,17	0,19	0,18	0,24
Arsenic (As)	mg/kg humide				4,46	4,64	3,39	5,34	3,59	2,37
Cadmium (Cd)	mg/kg humide	1	0,5	1	0,10	0,13	0,11	0,09	0,10	0,13
Chrome (Cr)	mg/kg humide				0,73	0,79	0,54	0,47	0,53	0,28
Cuivre (Cu)	mg/kg humide				2,77	2,41	1,99	1,94	2,91	1,19
Fer (Fe)	mg/kg humide				306,46	311,60	285,52	282,24	292,56	83,90
Manganèse (Mn)	mg/kg humide				6,19	6,69	4,96	5,57	9,00	1,82
Nickel (Ni)	mg/kg humide				0,43	0,49	0,43	0,33	0,53	0,24
Plomb (Pb)	mg/kg humide	0,3	0,5	1,5	3,12	2,91	3,00	5,82	7,23	0,89
Vanadium (V)	mg/kg humide				1,99	1,92	1,41	1,71	2,10	1,25
Zinc (Zn)	mg/kg humide				12,50	20,33	12,63	20,74	23,18	18,91
Mercure (Hg)	mg/kg humide				0,05	0,08	0,04	0,04	0,03	0,03

Paramètres	Unités	Arrêté du 06 août 2006		Arrêté du 17 juillet 2014		Arrêté du 08 février 2013		sédiments station 1	sédiments station 2	sédiments station 3	sédiments station 4	sédiments station 5	sédiments station 6
		Tableau II. Niveaux relatifs aux éléments traces (mg/kg MS).		Tableau III. Niveaux relatifs aux polychlorobiphényles (PCB) (mg/kg MS)		Tableau III bis. Niveaux relatifs aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) (mg/kg MS)		**Secteur Nord éloigné** Port de la Pointe Rouge, à proximité de la digue	**Secteur Nord** Pointe de Montredon	**Secteur LM** côte au nord-est du port de la Madrague	**Secteur Sud - Escalette** L'Escalette	**Secteur Sud éloigné - Les Goudes** Sortie nord du port des Goudes	**Secteur Sud - Calanques** Calanque de la Mounine
		N1	**N2**	**N1**	**N2**	**N1**	**N2**						
Matière sèche	% P.B.							79,2	80,1	77,7	76,7	63	70,2
Refus pondéral à 2 mm	% P.B.							<1.00	3,9	7,67	<1.00	10,3	8,52
Préparation physico-chimique (séchage à 40°C)								-	-	-	-	-	-
Cyanures totaux	mg/kg MS							<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Minéralisation Eau Régale - Bloc chauffant après p								-	-	-	-	-	-
Arsenic (As)	mg/kg MS	**25**	**50**					4,66	3,15	4,99	**46,7**	21,7	1,41
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	**1,2**	**2,4**					<0.40	<0.40	<0.40	**1,42**	<0.40	<0.40
Chrome (Cr)	mg/kg MS	**90**	**180**					6,57	7,07	6,16	7,96	6,49	<5.00
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	**45**	**90**					5,71	<5.00	7,01	10,5	5,91	<5.00
Nickel (Ni)	mg/kg MS	**37**	**74**					3,78	3,08	3,23	3,72	2,68	1,56
Plomb (Pb)	mg/kg MS	**100**	**200**					32,7	16,5	49,8	**171**	120	9,77
Zinc (Zn)	mg/kg MS	**276**	**552**					23,1	14,9	36,3	**421**	135	8,34
Mercure (Hg)	mg/kg MS	**0,4**	**0,8**					<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS							<15.0	20,4	<15.0	18,9	**36,4**	<15.0
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS							-	4,3	-	1,74	10,7	-
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS							-	5,06	-	2,4	5,07	-
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS							-	5,77	-	8,57	11,4	-
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS							-	5,27	-	6,24	9,23	-
Naphtalène	mg/kg MS					**0,16**	**0,32**	0,008	0,012	0,0099	0,0095	0,009	0,0053
Acénaphthylène	mg/kg MS					**0,015**	**0,03**	0,0069	0,003	0,0091	0,0063	**0,016**	<0.0024
Acénaphtène	mg/kg MS					**0,04**	**0,08**	<0.0023	<0.0024	<0.0025	<0.0023	<0.0024	<0.0024
Fluorène	mg/kg MS					**0,02**	**0,04**	0,0027	0,0045	0,0047	0,0039	0,0032	<0.0024
Phénanthrène	mg/kg MS					**0,085**	**0,17**	0,023	0,026	0,035	0,026	0,032	0,0046
Anthracène	mg/kg MS					**0,24**	**0,48**	0,0088	0,0079	0,011	0,0095	0,012	<0.0024
Fluoranthène	mg/kg MS					**0,6**	**1,2**	0,057	0,048	0,081	0,073	0,15	0,0043
Pyrène	mg/kg MS					**0,5**	**1**	0,11	0,037	0,072	0,056	0,21	0,0045
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS					**0,26**	**0,52**	0,04	0,024	0,061	0,049	0,1	<0.0024
Chrysène	mg/kg MS					**0,38**	**0,76**	0,035	0,028	0,057	0,055	0,081	<0.0024
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS					**0,4**	**0,8**	0,089	0,042	0,087	0,12	0,25	0,0037
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS					**0,2**	**0,4**	0,053	0,014	0,051	0,029	0,12	<0.0024
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS					**0,43**	**0,86**	0,062	0,031	0,1	0,074	0,15	0,0024
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS					**0,06**	**0,12**	0,012	0,0071	0,017	0,018	0,039	<0.0024
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS					**1,7**	**3,4**	0,051	0,021	0,054	0,05	0,14	<0.0024
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS					**1,7**	**3,4**	0,072	0,029	0,064	0,081	0,22	<0.0024
Somme des HAP	mg/kg MS							0,63	0,33	0,71	0,66	1,5	0,025
PCB 28	mg/kg MS			**0,005**	**0,01**			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 52	mg/kg MS			**0,005**	**0,01**			<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 101	mg/kg MS			**0,01**	**0,02**			<0.001	<0.001	0,003	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 118	mg/kg MS			**0,01**	**0,02**			<0.001	<0.001	0,0033	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 138	mg/kg MS			**0,02**	**0,04**			<0.001	<0.001	0,0011	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 153	mg/kg MS			**0,02**	**0,04**			<0.001	<0.001	**0,048**	<0.001	<0.001	<0.001
PCB 180	mg/kg MS			**0,01**	**0,02**			<0.001	<0.001	0,0022	<0.001	<0.001	<0.001
SOMME PCB (7)	mg/kg MS							<0.001	<0.001	0,058	<0.001	<0.001	<0.001
Benzène	mg/kg MS							<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Toluène	mg/kg MS							<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS							<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS							<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
o-Xylène	mg/kg MS							<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS							<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

A8.3	**Bordereaux d'analyse de l'eau de mer, des sédiments et des oursins**

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Marie-Odile KHIAT-PAUL
Bât Le Fontenay – Business Center
63, rue André Bollier
69307 LYON 7EME ARRONDISSEMENT

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sédiments	(SED)	sédiments station 1
002	Sédiments	(SED)	sédiments station 2
003	Sédiments	(SED)	sédiments station 3
004	Sédiments	(SED)	sédiments station 4
005	Sédiments	(SED)	sédiments station 5
006	Sédiments	(SED)	sédiments station 6
007	Eau saline	(ESA)	Station 1 côte
008	Eau saline	(ESA)	Station 1 large
009	Eau saline	(ESA)	Station 2 côte
010	Eau saline	(ESA)	Station 2 large
011	Eau saline	(ESA)	Station 3 côte
012	Eau saline	(ESA)	Station 3 large
013	Eau saline	(ESA)	Station 4 côte
014	Eau saline	(ESA)	Station 4 large
015	Eau saline	(ESA)	Station 5 côte
016	Eau saline	(ESA)	Station 5 large
017	Eau saline	(ESA)	Station 6 côte
018	Eau saline	(ESA)	Station 6 large
019	Solides Divers	(SLD)	Oursins station 1
020	Solides Divers	(SLD)	Oursins station 2
021	Solides Divers	(SLD)	Oursins station 3
022	Solides Divers	(SLD)	Oursins station 4
023	Solides Divers	(SLD)	Oursins station 5
024	Solides Divers	(SLD)	Oursins station 6

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		sédiments station 1 SED	sédiments station 2 SED	sédiments station 3 SED	sédiments station 4 SED	sédiments station 5 SED	sédiments station 6 SED
Matrice :							
Date de prélèvement :		15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Date de début d'analyse :		21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017
Préparation Physico-Chimique							
LSA07 : **Matière sèche**	% P.B.	* 79.2	* 80.1	* 77.7	* 76.7	* 63.0	* 70.2
XXS07 : **Refus Pondéral à 2 mm**	% P.B.	* <1.00	* 3.90	* 7.67	* <1.00	* 10.3	* 8.52
XXS06 : **Séchage à 40°C**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
Indices de pollution							
LS917 : **Cyanures totaux**	mg/kg MS	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Métaux							
XXS01 : **Minéralisation eau régale - Bloc chauffant**		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	* 4.66	* 3.15	* 4.99	* 46.7	* 21.7	* 1.41
LS870 : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	* <0.40	* <0.40	* <0.40	* 1.42	* <0.40	* <0.40
LS872 : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	* 6.57	* 7.07	* 6.16	* 7.96	* 6.49	* <5.00
LS874 : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	* 5.71	* <5.00	* 7.01	* 10.5	* 5.91	* <5.00
LS881 : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	* 3.78	* 3.08	* 3.23	* 3.72	* 2.68	* 1.56
LS883 : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	* 32.7	* 16.5	* 49.8	* 171	* 120	* 9.77
LS894 : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	* 23.1	* 14.9	* 36.3	* 421	* 135	* 8.34
LSA09 : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
Hydrocarbures totaux							
LS919 : **Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)**							
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	* <15.0	* 20.4	* <15.0	* 18.9	* 36.4	* <15.0
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS	-	4.30	-	1.74	10.7	-
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS	-	5.06	-	2.40	5.07	-
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS	-	5.77	-	8.57	11.4	-
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS	-	5.27	-	6.24	9.23	-
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)							
LSA33 : **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)**							
Naphtalène	mg/kg MS	* 0.008	* 0.012	* 0.0099	* 0.0095	* 0.009	* 0.0053
Acénaphthylène	mg/kg MS	* 0.0069	* 0.003	* 0.0091	* 0.0063	* 0.016	* <0.0024
Acénaphtène	mg/kg MS	* <0.0023	* <0.0024	* <0.0025	* <0.0023	* <0.0024	* <0.0024
Fluorène	mg/kg MS	* 0.0027	* 0.0045	* 0.0047	* 0.0039	* 0.0032	* <0.0024
Phénanthrène	mg/kg MS	* 0.023	* 0.026	* 0.035	* 0.026	* 0.032	* 0.0046
Anthracène	mg/kg MS	* 0.0088	* 0.0079	* 0.011	* 0.0095	* 0.012	* <0.0024
Fluoranthène	mg/kg MS	* 0.057	* 0.048	* 0.081	* 0.073	* 0.15	* 0.0043

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

N° Echantillon		001	002	003	004	005	006
Référence client :		sédiments station 1	sédiments station 2	sédiments station 3	sédiments station 4	sédiments station 5	sédiments station 6
Matrice :		SED	SED	SED	SED	SED	SED
Date de prélèvement :		15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Date de début d'analyse :		21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)							
LSA33 : **Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)**							
Pyrène	mg/kg MS	* 0.11	* 0.037	* 0.072	* 0.056	* 0.21	* 0.0045
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS	* 0.04	* 0.024	* 0.061	* 0.049	* 0.1	* <0.0024
Chrysène	mg/kg MS	* 0.035	* 0.028	* 0.057	* 0.055	* 0.081	* <0.0024
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	* 0.089	* 0.042	* 0.087	* 0.12	* 0.25	* 0.0037
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	* 0.053	* 0.014	* 0.051	* 0.029	* 0.12	* <0.0024
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	* 0.062	* 0.031	* 0.1	* 0.074	* 0.15	* 0.0024
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	* 0.012	* 0.0071	* 0.017	* 0.018	* 0.039	* <0.0024
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	* 0.051	* 0.021	* 0.054	* 0.05	* 0.14	* <0.0024
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS	* 0.072	* 0.029	* 0.064	* 0.081	* 0.22	* <0.0024
Somme des HAP	mg/kg MS	0.63	0.33	0.71	0.66	1.5	0.025
Polychlorobiphényles (PCBs)							
LSA42 : **PCB congénères réglementaires (7)**							
PCB 28	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 52	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 101	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* 0.003	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 118	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* 0.0033	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 138	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* 0.0011	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 153	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* 0.048	* <0.001	* <0.001	* <0.001
PCB 180	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* 0.0022	* <0.001	* <0.001	* <0.001
SOMME PCB (7)	mg/kg MS	<0.001	<0.001	0.058	<0.001	<0.001	<0.001
Composés Volatils							
LSA46 : **BTEX par Head Space/GC/MS**							
Benzène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Toluène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
o-Xylène	mg/kg MS	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

N° Echantillon		007	008	009	010	011	012
Référence client :		Station 1 côte	Station 1 large	Station 2 côte	Station 2 large	Station 3 côte	Station 3 large
Matrice :		ESA	ESA	ESA	ESA	ESA	ESA
Date de prélèvement :		15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Date de début d'analyse :		21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017
Métaux							
LS2NC : **Arsenic (As)**	µg/l	* <5.0	* <5.0	* <5.0	* <5.0	* <5.0	* <5.0
LS2TB : **Chrome (Cr)**	µg/l	* 1.1	* <1.0	* 1.3	* 1.2	* 1.3	* 1.1
LSMZS : **Mercure (Hg)**	µg/l	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Sous-traitance | Eurofins Hydrologie Nord (Douai)							
IJE31 : **Cyanures totaux**	µg/l	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
IC1Z6 : **Cadmium (Cd)**	µg/l	* <0.2	* <0.2	* <0.2	* <0.2	* <0.2	* <0.2
IC1Z3 : **Cuivre dissous**	µg/l	* 1.3	* <1.0	* 1.1	* 1.1	* 1.7	* 1.4
IC1Z5 : **Nickel dissous**	µg/l	* <1	* <1	* <1	* <1	* <1	* <1
IC1Z7 : **Plomb dissous**	µg/l	* <1.0	* <1.0	* <1.0	* <1.0	* 2.3	* 1.4
IC1Z4 : **Zinc dissous**	µg/l	* 1.1	* 2.7	* 1.3	* 7.0	* 1.8	* 2.5
ICUX0 : **Indice Hydrocarbures C10 à C40**	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100
IC2F0 : **Benzène**	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
IC2FB : **Ethylbenzène**	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
IC2FD : **m+p+o-Xylène**	µg/l	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
IC3U0 : **Toluène**	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
IC22Y : **Benzo(a)anthracène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC22Z : **Phénanthrène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23B : **Benzo(a)pyrène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23C : **Chrysène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23D : **Benzo(b)fluoranthène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23E : **Benzo(k)fluoranthène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23F : **Indeno (1,2,3,c,d) pyrene**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23G : **Benzo(ghi)Pérylène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23I : **Pyrène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23J : **Dibenzo(a,h)anthracène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23K : **Fluorène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23L : **Acénaphthylène**	µg/l	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
IC23N : **Anthracène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23P : **Acénaphtène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23Q : **Naphtalène**	µg/l	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
IC2TS : **Fluoranthène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AH : **PCB 28**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AJ : **PCB 52**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AK : **PCB 153**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

N° Echantillon		007	008	009	010	011	012
Référence client :		Station 1 côte	Station 1 large	Station 2 côte	Station 2 large	Station 3 côte	Station 3 large
Matrice :		ESA	ESA	ESA	ESA	ESA	ESA
Date de prélèvement :		15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Date de début d'analyse :		21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017
Sous-traitance | Eurofins Hydrologie Nord (Douai)							
IC2AN : **PCB 138**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AP : **PCB 118**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AQ : **PCB 180**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AR : **PCB 101**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IJF04 : **Somme des 7 PCB détectés**	µg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

N° Echantillon		013	014	015	016	017	018
Référence client :		Station 4 côte	Station 4 large	Station 5 côte	Station 5 large	Station 6 côte	Station 6 large
Matrice :		ESA	ESA	ESA	ESA	ESA	ESA
Date de prélèvement :		15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Date de début d'analyse :		21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017	21/11/2017
Métaux							
LS2NC : **Arsenic (As)**	µg/l	* <5.0	* <5.0	* <5.0	* <5.0	* <5.0	* <5.0
LS2TB : **Chrome (Cr)**	µg/l	* 1.1	* <1.0	* <1.0	* <1.0	* 1.5	* 1.4
LSMZS : **Mercure (Hg)**	µg/l	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015	<0.015
Sous-traitance | Eurofins Hydrologie Nord (Douai)							
IJE31 : **Cyanures totaux**	µg/l	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00	<10.00
IC1Z6 : **Cadmium (Cd)**	µg/l	* <0.2	* <0.2	* <0.2	* <0.2	* <0.2	* <0.2
IC1Z3 : **Cuivre dissous**	µg/l	* 1.2	* <1.0	* <1.0	* 1.4	* 1.1	* 1.2
IC1Z5 : **Nickel dissous**	µg/l	* <1	* <1	* <1	* <1	* <1	* <1
IC1Z7 : **Plomb dissous**	µg/l	* <1.0	* <1.0	* <1.0	* <1.0	* <1.0	* <1.0
IC1Z4 : **Zinc dissous**	µg/l	* 3.7	* <1.0	* <1.0	* 2.6	* <1.0	* 1.4
ICUX0 : **Indice Hydrocarbures C10 à C40**	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100
IC2F0 : **Benzène**	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
IC2FB : **Ethylbenzène**	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
IC2FD : **m+p+o-Xylène**	µg/l	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5	<1.5
IC3U0 : **Toluène**	µg/l	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
IC22Y : **Benzo(a)anthracène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC22Z : **Phénanthrène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23B : **Benzo(a)pyrène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23C : **Chrysène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23D : **Benzo(b)fluoranthène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23E : **Benzo(k)fluoranthène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23F : **Indeno (1,2,3,c,d) pyrene**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23G : **Benzo(ghi)Pérylène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23I : **Pyrène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23J : **Dibenzo(a,h)anthracène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23K : **Fluorène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23L : **Acénaphthylène**	µg/l	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
IC23N : **Anthracène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23P : **Acénaphtène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC23Q : **Naphtalène**	µg/l	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05	* <0.05
IC2TS : **Fluoranthène**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AH : **PCB 28**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AJ : **PCB 52**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005
IC2AK : **PCB 153**	µg/l	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005	* <0.005

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

N° Echantillon		013		014		015		016		017		018	
Référence client :		Station 4 côte		Station 4 large		Station 5 côte		Station 5 large		Station 6 côte		Station 6 large	
Matrice :		ESA		ESA		ESA		ESA		ESA		ESA	
Date de prélèvement :		15/11/2017		15/11/2017		15/11/2017		15/11/2017		15/11/2017		15/11/2017	
Date de début d'analyse :		21/11/2017		21/11/2017		21/11/2017		21/11/2017		21/11/2017		21/11/2017	
Sous-traitance | Eurofins Hydrologie Nord (Douai)													
IC2AN : **PCB 138**	µg/l	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005
IC2AP : **PCB 118**	µg/l	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005
IC2AQ : **PCB 180**	µg/l	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005
IC2AR : **PCB 101**	µg/l	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005	*	<0.005
IJF04 : **Somme des 7 PCB détectés**	µg/l		<0.005		<0.005		<0.005		<0.005		<0.005		<0.005

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

N° Echantillon		019	020	021	022	023	024
Référence client :		Oursins station 1 SLD	Oursins station 2 SLD	Oursins station 3 SLD	Oursins station 4 SLD	Oursins station 5 SLD	Oursins station 6 SLD
Matrice :							
Date de prélèvement :		15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Date de début d'analyse :		23/11/2017	23/11/2017	23/11/2017	23/11/2017	23/11/2017	23/11/2017
Sous-traitance | Eurofins Hydrologie Nord (Douai)							
IJH49 : **Matières sèches**	% P.B.	19.9	19.0	16.6	19.2	18.4	23.7
IC29Z : **Lyophilisation**		-	-	-	-	-	-
IJ0CG : **Minéralisation biomasse**		-	-	-	-	-	-
IC46Z : **Aluminium (Al)**	mg/kg MS	471	603	653	325	382	113
IC4ZH : **Argent (Ag)**	mg/kg MS	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00	<1.00
IC4ZD : **Arsenic (As)**	mg/kg MS	22.4	24.4	20.4	27.8	19.5	<10.0
IC4ZI : **Cadmium (Cd)**	mg/kg MS	0.50	0.67	0.64	0.47	0.52	0.54
IC4ZF : **Chrome (Cr)**	mg/kg MS	3.65	4.14	3.23	2.45	2.86	1.18
IC4ZJ : **Cuivre (Cu)**	mg/kg MS	13.9	12.7	12.0	10.1	15.8	5.03
IC47B : **Fer (Fe)**	mg/kg MS	1540	1640	1720	1470	1590	354
IC47A : **Manganèse (Mn)**	mg/kg MS	31.1	35.2	29.9	29.0	48.9	7.69
IC4ZG : **Nickel (Ni)**	mg/kg MS	2.14	2.59	2.60	1.74	2.89	<1.00
IC4ZE : **Plomb (Pb)**	mg/kg MS	15.7	15.3	18.1	30.3	39.3	3.76
IC4QG : **Vanadium**	mg/kg MS	10.0	10.1	8.52	8.90	11.4	5.29
IC4ZK : **Zinc (Zn)**	mg/kg MS	62.8	107	76.1	108	126	79.8
IC28T : **Mercure (Hg)**	mg/kg MS	0.27	0.43	0.22	0.22	0.17	0.14

D : détecté / ND : non détecté

Observations	N° Ech	Réf client
Analyses sous-traitées : l'heure de prélèvement n'étant pas renseignée, les délais de mise en analyse ont été calculés à partir d'une heure de prélèvement fixée par défaut à midi.	(007) (008) (009) (010) (011) (012) (013) (014) (015) (016) (017) (018) (019) (020) (021) (022) (023) (024)	Station 1 côte / Station 1 large / Station 2 côte / Station 2 large / Station 3 côte / Station 3 large / Station 4 côte / Station 4 large / Station 5 côte / Station 5 large / Station 6 côte / Station 6 large / Oursins station 1 / Oursins station 2 / Oursins station 3 / Oursins station 4 / Oursins station 5 / Oursins station 6 /

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E108157

Version du : 07/12/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Date de réception : 18/11/2017

Référence Dossier : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117
Référence Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 13 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : http://www.labeau.ecologie.gouv.fr

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



Andréa Golfier
Coordinateur Projets Clients

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 17E108157

N° de rapport d'analyse :AR-17-LK-139778-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-290354

Nom projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

Eau saline

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
IC1Z3	Cuivre dissous	ICP/AES [ICP/AES [Extraction Résine Chelex 100]] - Méthode interne	1	µg/l	Prestation soustraitée à Eurofins Hydrologie Nord SAS
IC1Z4	Zinc dissous		1	µg/l	
IC1Z5	Nickel dissous		1	µg/l	
IC1Z6	Cadmium (Cd)		0.2	µg/l	
IC1Z7	Plomb dissous		1	µg/l	
IC22Y	Benzo(a)anthracène	GC/MS [Extraction Liquide / Liquide] - Méthode interne adaptée de NF EN ISO 17993	0.005	µg/l	
IC22Z	Phénanthrène		0.005	µg/l	
IC23B	Benzo(a)pyrène		0.005	µg/l	
IC23C	Chrysène		0.005	µg/l	
IC23D	Benzo(b)fluoranthène		0.005	µg/l	
IC23E	Benzo(k)fluoranthène		0.005	µg/l	
IC23F	Indeno (1,2,3,c,d) pyrene		0.005	µg/l	
IC23G	Benzo(ghi)Pérylène		0.005	µg/l	
IC23I	Pyrène		0.005	µg/l	
IC23J	Dibenzo(a,h)anthracène		0.005	µg/l	
IC23K	Fluorène		0.005	µg/l	
IC23L	Acénaphthylène		0.05	µg/l	
IC23N	Anthracène		0.005	µg/l	
IC23P	Acénaphtène		0.005	µg/l	
IC23Q	Naphtalène		0.05	µg/l	
IC2AH	PCB 28	GC/MS [Extraction Liquide / Liquide] - NF EN ISO 6468	0.005	µg/l	
IC2AJ	PCB 52		0.005	µg/l	
IC2AK	PCB 153		0.005	µg/l	
IC2AN	PCB 138		0.005	µg/l	
IC2AP	PCB 118		0.005	µg/l	
IC2AQ	PCB 180		0.005	µg/l	
IC2AR	PCB 101		0.005	µg/l	
IC2F0	Benzène	HS - GC/MS - NF ISO 11423-1	0.5	µg/l	
IC2FB	Ethylbenzène		0.5	µg/l	
IC2FD	m+p+o-Xylène		1.5	µg/l	
IC2TS	Fluoranthène	GC/MS [Extraction Liquide / Liquide] - Méthode interne adaptée de NF EN ISO 17993	0.005	µg/l	
IC3U0	Toluène	HS - GC/MS - NF ISO 11423-1	0.5	µg/l	
ICUX0	Indice Hydrocarbures C10 à C40	Extraction liquide/liquide faible volume, GC-FID - Méthode interne	100	µg/l	
IJE31	Cyanures totaux	Flux continu - NF EN ISO 14403	10	µg/l	
IJF04	Somme des 7 PCB détectés	Calcul - Calcul	0.005	µg/l	
LS2NC	Arsenic (As)	ICP/MS [Injection directe] - NF EN ISO 17294-2	5	µg/l	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS2TB	Chrome (Cr)		1	µg/l	
LSMZS	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation] - Méthode Interne selon NF EN ISO 17852	0.015	µg/l	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 17E108157

N° de rapport d'analyse :AR-17-LK-139778-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-290354

Nom projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg MS	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg MS	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg MS	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg MS	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg MS	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg MS	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg MS	
LS917	Cyanures totaux	Spectroscopie (FIA) [Extraction basique et dosage par flux continu] - NF EN ISO 17380 + NF EN ISO 14403-2 (adaptée en BO	0.5	mg/kg MS	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN ISO 16703 (Sols) - NF EN 14039 (Boue, Sédiments)			
	Indice Hydrocarbures (C10-C40)		15	mg/kg MS	
	HCT (nC10 - nC16) (Calcul)			mg/kg MS	
	HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)			mg/kg MS	
	HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)			mg/kg MS	
	HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)			mg/kg MS	
LSA07	Matière sèche	Gravimétrie - NF EN 12880	0.1	% P.B.	
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Méthode interne	0.1	mg/kg MS	
LSA33	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)			
	Naphtalène		0.002	mg/kg MS	
	Acénaphthylène		0.002	mg/kg MS	
	Acénaphtène		0.002	mg/kg MS	
	Fluorène		0.002	mg/kg MS	
	Phénanthrène		0.002	mg/kg MS	
	Anthracène		0.002	mg/kg MS	
	Fluoranthène		0.002	mg/kg MS	
	Pyrène		0.002	mg/kg MS	
	Benzo-(a)-anthracène		0.002	mg/kg MS	
	Chrysène		0.002	mg/kg MS	
	Benzo(b)fluoranthène		0.002	mg/kg MS	
	Benzo(k)fluoranthène		0.002	mg/kg MS	
	Benzo(a)pyrène		0.002	mg/kg MS	
	Dibenzo(a,h)anthracène		0.002	mg/kg MS	
	Benzo(ghi)Pérylène		0.002	mg/kg MS	
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène		0.002	mg/kg MS	
	Somme des HAP			mg/kg MS	
LSA42	PCB congénères réglementaires (7)	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)			
	PCB 28		0.001	mg/kg MS	
	PCB 52		0.001	mg/kg MS	
	PCB 101		0.001	mg/kg MS	
	PCB 118		0.001	mg/kg MS	
	PCB 138		0.001	mg/kg MS	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe technique

Dossier N° : 17E108157

N° de rapport d'analyse :AR-17-LK-139778-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-290354

Nom projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM

Référence commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

Sédiments

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	PCB 153		0.001	mg/kg MS	
	PCB 180		0.001	mg/kg MS	
	SOMME PCB (7)			mg/kg MS	
LSA46	BTEX par Head Space/GC/MS	HS - GC/MS [Extraction méthanolique] - NF EN ISO 22155			
	Benzène		0.05	mg/kg MS	
	Toluène		0.05	mg/kg MS	
	Ethylbenzène		0.05	mg/kg MS	
	m+p-Xylène		0.05	mg/kg MS	
	o-Xylène		0.05	mg/kg MS	
	Somme des BTEX			mg/kg MS	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Gravimétrie - NF ISO 11464	1	% P.B.	

Solides Divers

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
IC28T	Mercure (Hg)	Combustion [sèche] - Combustion sèche	0.01	mg/kg MS	Prestation soustraitée à Eurofins Hydrologie Nord SAS
IC29Z	Lyophilisation	Préparation - NF ISO 16720			
IC46Z	Aluminium (Al)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885	2	mg/kg MS	
IC47A	Manganèse (Mn)		0.5	mg/kg MS	
IC47B	Fer (Fe)		0.5	mg/kg MS	
IC4QG	Vanadium	Minéralisation / ICP-AES - NF EN ISO 11885	1	mg/kg MS	
IC4ZD	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885	10	mg/kg MS	
IC4ZE	Plomb (Pb)		1	mg/kg MS	
IC4ZF	Chrome (Cr)		1	mg/kg MS	
IC4ZG	Nickel (Ni)		1	mg/kg MS	
IC4ZH	Argent (Ag)		1	mg/kg MS	
IC4ZI	Cadmium (Cd)		0.2	mg/kg MS	
IC4ZJ	Cuivre (Cu)		1	mg/kg MS	
IC4ZK	Zinc (Zn)		1	mg/kg MS	
IJ0CG	Minéralisation biomasse	Extraction (micro ondes) [Acide nitrique, eau oxygénée] - Méthode interne			
IJH49	Matières sèches	Gravimétrie - ISO 11465	1	% P.B.	

EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 17E108157

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-139778-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-290354

Nom projet : N° Projet : 17LES038Aa_GINKGO_IEM 17LES038Aa_GINKGO_IEM
Nom Commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

Référence commande : 17LES038Aa_IEM_BC_M. MARIN_MOK_151117

Eau saline

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E108157-007	Station 1 côte	15/11/2017		
17E108157-008	Station 1 large	15/11/2017		
17E108157-009	Station 2 côte	15/11/2017		
17E108157-010	Station 2 large	15/11/2017		
17E108157-011	Station 3 côte	15/11/2017		
17E108157-012	Station 3 large	15/11/2017		
17E108157-013	Station 4 côte	15/11/2017		
17E108157-014	Station 4 large	15/11/2017		
17E108157-015	Station 5 côte	15/11/2017		
17E108157-016	Station 5 large	15/11/2017		
17E108157-017	Station 6 côte	15/11/2017		
17E108157-018	Station 6 large	15/11/2017		

Sédiments

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E108157-001	sédiments station 1	15/11/2017		
17E108157-002	sédiments station 2	15/11/2017		
17E108157-003	sédiments station 3	15/11/2017		
17E108157-004	sédiments station 4	15/11/2017		
17E108157-005	sédiments station 5	15/11/2017		
17E108157-006	sédiments station 6	15/11/2017		

Solides Divers

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E108157-019	Oursins station 1	15/11/2017		
17E108157-020	Oursins station 2	15/11/2017		
17E108157-021	Oursins station 3	15/11/2017		
17E108157-022	Oursins station 4	15/11/2017		
17E108157-023	Oursins station 5	15/11/2017		
17E108157-024	Oursins station 6	15/11/2017		

A9	**RETOMBEES ATMOSPHERIQUES ACTUELLES**

A9.1	**Résultats bruts obtenus par AIR PACA**

Date	PM10 POINT 1 (µg/m3)	NO2 POINT 1 (µg/m3)	NO POINT 1 (µg/m3)	NOX POINT 1 (µg/m3)	PM10 MARSEILLE - CINQ AVENUES (µg/m3)	NO2 MARSEILLE - CINQ AVENUES (µg/m3)	NO MARSEILLE - CINQ AVENUES (µg/m3)	NOX MARSEILLE - CINQ AVENUES (µg/m3)
09/06/2017 00:00	30	19	3	24	34	33	3	38
10/06/2017 00:00	24	24	4	30	31	36	6	45
11/06/2017 00:00	29	21	4	28	30	29	1	32
12/06/2017 00:00		17	1	19	30	35	5	43
13/06/2017 00:00		11	1	10	29	24	3	29
14/06/2017 00:00		11	1	11	27	23	2	27
15/06/2017 00:00		16	2	19	36	28	2	32
16/06/2017 00:00	31	14	1	16	48	22	1	24
17/06/2017 00:00		22	3	27	27	27	2	29
18/06/2017 00:00		10	0	10	29	15	1	16
19/06/2017 00:00		11	1	11	23	21	3	25
20/06/2017 00:00	26	19	4	25	24	18	2	21
21/06/2017 00:00	21	12	2	15	26	15	2	17
22/06/2017 00:00	23	11	1	12	26	13	1	15
23/06/2017 00:00		16	2	18	32	25	3	29
24/06/2017 00:00		16	1	18	31	16	1	18
25/06/2017 00:00		13	0	13	28	17	1	19
26/06/2017 00:00		13	0	10	35	25	2	28
27/06/2017 00:00		15	1	15	33	19	2	22
28/06/2017 00:00		16	1	18	24	21	3	26
29/06/2017 00:00		12	0	12	29	16	4	23
30/06/2017 00:00		13	1	14	20	15	2	19
01/07/2017 00:00	18	12	0	11	21	11	2	14
02/07/2017 00:00		12	0	12	17	9	1	10
03/07/2017 00:00					21	29	4	36
04/07/2017 00:00					26	29	5	36
05/07/2017 00:00		18	2	19	25	28	5	36
06/07/2017 00:00	15	17	3	20	19	23	2	26
07/07/2017 00:00	25	23	4	28	27	38	4	44
08/07/2017 00:00	33	31	3	36	33	46	4	53
09/07/2017 00:00	19	10	1	9	25	11	0	11
10/07/2017 00:00	19	15	2	18	27	22	4	28
11/07/2017 00:00	22	17	2	19	29	26	3	30
12/07/2017 00:00	28	19	3	22	37	28	6	37
13/07/2017 00:00	27	12	1	12	27	19	2	22
14/07/2017 00:00	32	10	0	8	29	9	0	10
15/07/2017 00:00	36	14	0	14	25	13	1	15
16/07/2017 00:00	34	21	2	23	26	20	1	22
17/07/2017 00:00	20	18	1	18	24	23	1	25
18/07/2017 00:00	16	18	2	20	21	18	1	20
19/07/2017 00:00	13	8	0	5	23	20	4	26
20/07/2017 00:00	27	21	1	22	32	35	2	38
21/07/2017 00:00	27	15	1	14	33	24	2	26
22/07/2017 00:00	30	13	1	14	35	15	1	17
23/07/2017 00:00	30	14	2	18	35	15	1	17
24/07/2017 00:00	31	9	0	8	35	11	2	15
25/07/2017 00:00	29	8	0	6	44			
26/07/2017 00:00	34	9	0	8	38	13	1	14
27/07/2017 00:00	26	15	2	18	44	23	4	29
28/07/2017 00:00	20	16	3	21	36	28	7	38
29/07/2017 00:00	24	18	3	21	33	31	7	42
30/07/2017 00:00	18	12	0	10	28	20	2	24
31/07/2017 00:00	22	11	0	8	32	17	2	19
01/08/2017 00:00	25	7	1	6	47	24	8	37
02/08/2017 00:00	47	19	6	29	47	36	5	44
03/08/2017 00:00	38	19	5	28	42	37	4	44
04/08/2017 00:00	41	26	7	37	46	50	9	64
05/08/2017 00:00	26	15	4	21	29	31	2	34
06/08/2017 00:00	24	8	2	12	17	14	1	15
07/08/2017 00:00	20	15	5	23	23	28	6	38
08/08/2017 00:00	18	8	2	11	21	15	1	16
09/08/2017 00:00	24	6	3	11	22	15	2	18
10/08/2017 00:00	23	3	1	5	18	11	1	12
11/08/2017 00:00	20	4	1	6	17	12	1	13
12/08/2017 00:00	21	7	2	11	15	15	1	17
13/08/2017 00:00	20	29	11	46	21	32	2	36
14/08/2017 00:00	21	14	4	21	23	22	2	25
15/08/2017 00:00	19	21	9	35	20	26	2	30
16/08/2017 00:00	23	21	5	30	29	40	4	46
17/08/2017 00:00	34	32	6	42	36	42	4	48
18/08/2017 00:00	30	23	10	40	33	31	2	35
19/08/2017 00:00	24	7	2	12	19	13	1	15
20/08/2017 00:00	30	9	2	13	18	12	1	13
21/08/2017 00:00	22	22	6	32	26	34	4	40
22/08/2017 00:00	16	11	3	16	21	25	2	28
23/08/2017 00:00	22	16	3	22	32	37	3	42
24/08/2017 00:00	19	6	1	9	28	25	2	28
25/08/2017 00:00	18	7	2	10	23	18	1	20
26/08/2017 00:00	22	20	5	28	27	33	3	37
27/08/2017 00:00	19	14	4	21	25	28	2	32
28/08/2017 00:00	27	14	4	22	32	35	4	42
29/08/2017 00:00	24	9	2	12	34	27	2	30
30/08/2017 00:00	19	4	1	7	31	21	2	23
31/08/2017 00:00	21	8	3	13	21	21	1	23
01/09/2017 00:00	16	6	1	8	18	17	2	21
02/09/2017 00:00	23	2	1	4	26	9	1	10
03/09/2017 00:00	18	8	3	13	15	21	1	23
04/09/2017 00:00	20	16	5	25	25	37	4	43
05/09/2017 00:00	17	12	4	19	25	32	6	41
06/09/2017 00:00	22	7	2	12	25	22	5	29
07/09/2017 00:00	39	5	1	8	31	15	2	18
08/09/2017 00:00	31	12	4	19	32	29	4	36
09/09/2017 00:00	17	9	2	12	23	25	1	27
10/09/2017 00:00	21	3	1	6	14	10	1	11
11/09/2017 00:00	27	4	2	7	21	17	4	22
12/09/2017 00:00	23	4	1	6	17	16	2	19
13/09/2017 00:00	15	11	4	19	21	33	7	43
14/09/2017 00:00	22	10	5	19	22	24	6	33
15/09/2017 00:00	22	14	4	21	22	37	7	48
16/09/2017 00:00	21	11	4	18	20	23	7	34
17/09/2017 00:00	18	7	2	11	14	16	1	18
18/09/2017 00:00	13	14	6	25	17	32	8	45
19/09/2017 00:00	21	3	1	5	18	14	2	17
20/09/2017 00:00	22	10	3	16	17	24	3	28
21/09/2017 00:00	15	12	5	20	22	26	4	32
22/09/2017 00:00	19	14	8	27	27	35	5	42
23/09/2017 00:00	18	16	7	27	23	26	3	30
24/09/2017 00:00	23	14	7	25	29	32	4	39
25/09/2017 00:00	26	19	7	30	34	32	3	37
26/09/2017 00:00	32	20	5	28	33	32	8	45
27/09/2017 00:00	22	15	5	23	30	37	3	42
28/09/2017 00:00	31	26	7	38	36	51	8	63
29/09/2017 00:00	31	24	7	36	37	49	5	57
30/09/2017 00:00	27	18	4	25	32	37	3	42
01/10/2017 00:00	16	11	4	18	22	24	3	28
02/10/2017 00:00	29	18	5	26	40	39	5	47

PM10_Métaux_préleveurs

Date début	Date fin	Point		SERIE	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Ce	Co	Cr
unité					ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3
LQ Point 1					0,26	3	0,01	6	0,3	0,3	26	0,01	0,01	0,01	6
LQ Marseille Cinq avenues					0,28	49	0,49	146	4,9	0,3	486	0,28	Non mesuré	0,28	122
08/06/2017	14/06/2017	POINT 1	PM10	1	<LQ	39	0,34	<LQ	9,9	<LQ	70	0,08	0,22	0,34	<LQ
15/06/2017	21/06/2017	POINT 1	PM10	2	<LQ	41	0,28	<LQ	9,4	<LQ	78	0,08	0,23	0,25	<LQ
22/06/2017	28/06/2017	POINT 1	PM10	3	0,3	44	0,36	<LQ	9,4	<LQ	67	0,08	0,26	0,24	<LQ
29/06/2017	05/07/2017	POINT 1	PM10	4	<LQ	26	0,26	<LQ	6,3	<LQ	60	0,07	0,13	0,14	<LQ
06/07/2017	12/07/2017	POINT 1	PM10	5	<LQ	47	0,41	<LQ	11,5	<LQ	78	0,07	0,26	0,26	<LQ
13/07/2017	17/07/2017	POINT 1	PM10	6	<LQ	41	0,30	<LQ	8,7	<LQ	82	0,09	0,16	0,13	<LQ
18/07/2017	26/07/2017	POINT 1	PM10	7	<LQ	36	0,47	<LQ	6,5	<LQ	67	0,10	0,19	0,17	<LQ
27/07/2017	02/08/2017	POINT 1	PM10	8	<LQ	67	0,34	<LQ	11,7	<LQ	114	0,22	0,34	0,28	<LQ
03/08/2017	09/08/2017	POINT 1	PM10	9	<LQ	65	0,41	<LQ	10,7	<LQ	83	0,07	0,39	0,26	<LQ
10/08/2017	16/08/2017	POINT 1	PM10	10	<LQ	23	0,34	<LQ	6,8	<LQ	54	0,11	0,17	0,19	<LQ
17/08/2017	23/08/2017	POINT 1	PM10	11	<LQ	57	0,34	<LQ	13,0	<LQ	85	0,20	0,34	0,26	<LQ
24/08/2017	30/08/2017	POINT 1	PM10	12	<LQ	52	0,36	<LQ	9,1	<LQ	62	0,15	0,31	0,31	<LQ
31/08/2017	06/09/2017	POINT 1	PM10	13	<LQ	18	0,26	<LQ	7,1	<LQ	60	0,21	0,10	0,14	<LQ
15/06/2017	22/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	2	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	6,4	<LQ	Invalidé	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ
22/06/2017	28/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	3	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	5,2	<LQ	Invalidé	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ
13/07/2017	20/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	6	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	8,2	<LQ	Invalidé	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ
20/07/2017	26/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	7	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	7,1	<LQ	Invalidé	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ
10/08/2017	17/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	10	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	7,9	<LQ	Invalidé	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ
17/08/2017	23/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	11	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	6,9	<LQ	Invalidé	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ

PM10_Métaux_préleveurs

Date début	Date fin	Point		SERIE	Cs	Cu	Fe	Ga	Hg	K	La	Li	Mg	Mn	Mo
unité					ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3
LQ Point 1					0,01	0,4	6	0,3	0,01	3	0,01	0,03	7,8	0,05	0,05
LQ Marseille Cinq avenues					Non mesuré	4,9	122	0,5	1,25	49	Non mesuré	0,49	Non mesuré	0,97	0,97
08/06/2017	14/06/2017	POINT 1	PM10	1	0,05	20,2	380	0,5	<LQ	111	0,20	0,18	165,66	5,38	1,01
15/06/2017	21/06/2017	POINT 1	PM10	2	0,03	17,9	347	0,4	<LQ	106	0,17	0,14	147,55	5,38	0,78
22/06/2017	28/06/2017	POINT 1	PM10	3	0,05	20,2	360	0,4	<LQ	140	0,21	0,18	199,30	5,38	0,96
29/06/2017	05/07/2017	POINT 1	PM10	4	0,04	14,0	313	0,3	0,03	124	0,13	0,12	227,79	5,89	1,01
06/07/2017	12/07/2017	POINT 1	PM10	5	0,05	23,6	518	0,4	<LQ	124	0,28	0,17	157,91	7,19	1,60
13/07/2017	17/07/2017	POINT 1	PM10	6	0,02	15,5	269	0,6	0,04	216	0,11	0,20	289,61	5,62	0,65
18/07/2017	26/07/2017	POINT 1	PM10	7	0,05	11,9	274	0,3	0,03	210	0,19	0,18	315,76	5,12	0,70
27/07/2017	02/08/2017	POINT 1	PM10	8	0,05	20,2	523	0,4	0,02	308	0,28	0,24	279,58	9,78	1,09
03/08/2017	09/08/2017	POINT 1	PM10	9	0,04	19,7	427	0,5	0,02	166	0,26	0,28	232,97	6,15	0,72
10/08/2017	16/08/2017	POINT 1	PM10	10	0,04	12,7	269	0,3	0,02	98	0,23	0,13	168,27	3,31	0,96
17/08/2017	23/08/2017	POINT 1	PM10	11	0,08	24,3	510	0,5	0,02	150	0,26	0,24	217,44	6,93	1,19
24/08/2017	30/08/2017	POINT 1	PM10	12	0,03	15,8	375	0,4	<LQ	142	0,23	0,20	119,08	4,60	1,53
31/08/2017	06/09/2017	POINT 1	PM10	13	0,08	11,9	189	0,3	0,02	106	0,16	0,09	186,39	5,12	1,86
15/06/2017	22/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	2	Non mesuré	12,9	264	<LQ	<LQ	79	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	4,63	<LQ
22/06/2017	28/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	3	Non mesuré	10,4	221	<LQ	<LQ	85	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	4,01	<LQ
13/07/2017	20/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	6	Non mesuré	13,6	293	<LQ	<LQ	153	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	5,24	<LQ
20/07/2017	26/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	7	Non mesuré	12,1	367	<LQ	<LQ	151	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	6,81	<LQ
10/08/2017	17/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	10	Non mesuré	18,2	412	<LQ	<LQ	89	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	5,86	<LQ
17/08/2017	23/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	11	Non mesuré	14,2	359	<LQ	<LQ	81	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	5,57	<LQ

PM10_Métaux_préleveurs

Date début	Date fin	Point		SERIE	Na	Ni	Pb	Pd	Pt	Rb	Sb	Sc	Se	Sn	Sr
unité					ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3
LQ Point 1					220	0,08	0,03	0,05	0,01	0,05	0,03	0,03	0,06	0,03	0,05
LQ Marseille Cinq avenues					4132	0,97	0,35	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	0,49	Non mesuré	1,25	0,97	Non mesuré
08/06/2017	14/06/2017	POINT 1	PM10	1	1201	5,18	3,88	0,07	<LQ	0,36	1,71	Invalidé	0,75	3,55	3,11
15/06/2017	21/06/2017	POINT 1	PM10	2	906	3,37	3,11	0,06	<LQ	0,31	1,19	Invalidé	0,54	2,78	3,37
22/06/2017	28/06/2017	POINT 1	PM10	3	1600	3,62	3,88	0,05	<LQ	0,39	1,29	Invalidé	0,80	2,78	3,62
29/06/2017	05/07/2017	POINT 1	PM10	4	2177	2,07	3,11	<LQ	<LQ	0,28	1,35	Invalidé	0,44	2,52	3,62
06/07/2017	12/07/2017	POINT 1	PM10	5	911	4,14	3,62	0,08	<LQ	0,41	2,15	Invalidé	0,70	3,81	3,62
13/07/2017	17/07/2017	POINT 1	PM10	6	2651	1,55	3,47	<LQ	<LQ	0,29	1,67	Invalidé	0,49	2,74	5,71
18/07/2017	26/07/2017	POINT 1	PM10	7	2927	2,59	3,62	<LQ	<LQ	0,44	1,32	Invalidé	0,72	2,26	4,66
27/07/2017	02/08/2017	POINT 1	PM10	8	1721	3,88	3,37	<LQ	<LQ	0,44	0,91	Invalidé	0,67	2,78	4,40
03/08/2017	09/08/2017	POINT 1	PM10	9	1794	3,37	3,37	0,07	<LQ	0,49	1,16	Invalidé	0,60	3,55	4,92
10/08/2017	16/08/2017	POINT 1	PM10	10	1810	2,85	3,62	0,05	<LQ	0,31	1,37	Invalidé	0,52	3,04	3,88
17/08/2017	23/08/2017	POINT 1	PM10	11	1561	3,88	3,88	0,08	<LQ	0,52	1,60	Invalidé	0,57	4,33	4,92
24/08/2017	30/08/2017	POINT 1	PM10	12	738	4,92	3,11	0,05	<LQ	0,41	1,16	Invalidé	0,65	2,52	2,85
31/08/2017	06/09/2017	POINT 1	PM10	13	1742	2,28	4,14	<LQ	<LQ	0,39	0,93	Invalidé	0,60	1,92	2,85
15/06/2017	22/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	2	<LQ	Invalidé	2,78	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	0,61	Non mesuré	<LQ	<LQ	Non mesuré
22/06/2017	28/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	3	<LQ	Invalidé	2,16	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ	Non mesuré
13/07/2017	20/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	6	<LQ	Invalidé	3,35	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	1,30	Non mesuré	<LQ	<LQ	Non mesuré
20/07/2017	26/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	7	<LQ	Invalidé	4,52	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ	Non mesuré
10/08/2017	17/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	10	<LQ	Invalidé	3,05	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	0,82	Non mesuré	<LQ	<LQ	Non mesuré
17/08/2017	23/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	11	<LQ	Invalidé	2,40	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	<LQ	Non mesuré	<LQ	<LQ	Non mesuré

Date début	Date fin	Point		SERIE	Te	Ti	Tl	U	V	Zn	Zr	Si
unité					ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3
LQ Point 1					0,01	0,3	0,3	0,01	0,01	1	0,05	6
LQ Marseille Cinq avenues					0,97	4,9	1,0	0,28	0,28	19	0,97	118
08/06/2017	14/06/2017	POINT 1	PM10	1	<LQ	7,8	<LQ	<LQ	5,18	26	1,24	Invalidé
15/06/2017	21/06/2017	POINT 1	PM10	2	<LQ	8,3	<LQ	<LQ	4,92	28	1,01	Invalidé
22/06/2017	28/06/2017	POINT 1	PM10	3	<LQ	7,5	<LQ	<LQ	4,40	26	0,93	Invalidé
29/06/2017	05/07/2017	POINT 1	PM10	4	<LQ	6,0	<LQ	<LQ	3,11	19	0,80	Invalidé
06/07/2017	12/07/2017	POINT 1	PM10	5	<LQ	8,5	<LQ	<LQ	4,66	28	1,29	Invalidé
13/07/2017	17/07/2017	POINT 1	PM10	6	<LQ	8,2	<LQ	<LQ	1,63	33	0,86	Invalidé
18/07/2017	26/07/2017	POINT 1	PM10	7	<LQ	7,2	<LQ	<LQ	4,14	18	0,72	Invalidé
27/07/2017	02/08/2017	POINT 1	PM10	8	<LQ	12,2	<LQ	<LQ	5,18	78	0,98	Invalidé
03/08/2017	09/08/2017	POINT 1	PM10	9	<LQ	9,3	<LQ	<LQ	4,92	19	1,24	Invalidé
10/08/2017	16/08/2017	POINT 1	PM10	10	<LQ	4,9	<LQ	<LQ	4,40	14	0,93	Invalidé
17/08/2017	23/08/2017	POINT 1	PM10	11	<LQ	9,6	<LQ	<LQ	5,18	26	1,40	Invalidé
24/08/2017	30/08/2017	POINT 1	PM10	12	<LQ	7,5	<LQ	<LQ	5,69	21	1,09	Invalidé
31/08/2017	06/09/2017	POINT 1	PM10	13	<LQ	5,4	<LQ	<LQ	4,66	20	0,54	Invalidé
15/06/2017	22/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	2	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	2,23	<LQ	<LQ	<LQ
22/06/2017	28/06/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	3	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	3,36	<LQ	<LQ	<LQ
13/07/2017	20/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	6	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	2,32	<LQ	<LQ	<LQ
20/07/2017	26/07/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	7	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	3,41	<LQ	<LQ	Invalidé
10/08/2017	17/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	10	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	3,95	<LQ	<LQ	<LQ
17/08/2017	23/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	PM10	11	<LQ	Invalidé	<LQ	<LQ	3,09	<LQ	<LQ	<LQ

Date début	Date fin	Point	Diamètre entonnoir	Poussières	Ag	Al	As	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cr VI	Cu	Fe
LD (mg/éch)				8,0E-01	1,3E-04	5,0E-03	2,0E-05	1,3E-03	1,0E-04	1,0E-04	3,0E-03	3,0E-06	7,0E-06	7,0E-05	3,0E-04	5,0E-05	1,6E-04
LQ (mg/ech)				2,4E+00	4,0E-04	1,5E-02	5,0E-05	5,0E-03	2,0E-04	2,0E-04	1,0E-02	1,0E-05	2,0E-05	2,0E-04	1,0E-03	1,5E-04	5,0E-04
Unité				g/m²/mois	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour	µg/m²/jour
17/07/2017	10/08/2017	POINT 1	30	4,0	ND	160	1,3	4,1	20,4	ND	733	0,06	0,4	3,4	< LQ	11,1	468
17/07/2017	10/08/2017	POINT 2	30	3,0	ND	97	0,5	4,2	18,0	4,2	709	0,05	0,5	3,4	< LQ	8,9	779
17/07/2017	10/08/2017	POINT 3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/07/2017	10/08/2017	POINT 4	30	7,8	ND	77	1,6	6,1	83,2	< LQ	507	0,10	0,8	6,3	< LQ	19,5	891
13/07/2017	11/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	30	2,3	ND	191	0,3	4,4	24,5	ND	832	0,08	0,4	3,2	< LQ	10,9	666
10/08/2017	08/09/2017	POINT 1	25	3,5	ND	66	0,9	4,6	19,5	ND	8 219	0,11	0,5	4,0	< LQ	17,3	752
10/08/2017	08/09/2017	POINT 2	30	1,4	ND	123	0,2	3,1	7,7	ND	3 722	0,02	0,3	2,2	< LQ	7,1	360
03/08/2017	08/09/2017	POINT 3	30	2,4	ND	94	1,4	3,9	15,8	< LQ	6 148	0,09	0,4	2,7	< LQ	14,8	619
10/08/2017	08/09/2017	POINT 4	30	3,3	ND	109	0,6	2,8	41,3	ND	6 586	0,04	0,3	3,4	< LQ	14,8	551
11/08/2017	07/09/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	30	1,4	ND	206	0,3	1,3	12,2	ND	857	0,05	0,3	1,1	< LQ	10,8	340

Date début	Date fin	Point	Diamètre entonnoir	Poussières	Hg	K	Li	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Se	Si	Sn	Te
LD (mg/éch)				8,0E-01	2,0E-05	2,3E-03	2,3E-03	7,0E-05	2,0E-04	1,6E-03	7,0E-05	3,0E-05	5,0E-05	8,0E-04		1,3E-04	1,3E-04
LQ (mg/ech)				2,4E+00	5,0E-05	7,0E-03	7,0E-03	2,0E-04	5,0E-04	5,0E-03	2,0E-04	1,0E-04	1,5E-04	2,5E-03	5,0E-01	4,0E-04	4,0E-04
Unité				g/m^2/mois	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour
17/07/2017	10/08/2017	POINT 1	30	4,0	ND	1 270	ND	15,7	0,7	19 672	2,0	11,3	1,0	ND	390	1,2	<LQ
17/07/2017	10/08/2017	POINT 2	30	3,0	ND	921	ND	25,1	0,3	10 215	2,3	6,7	11,0	ND	945	0,7	<LQ
17/07/2017	10/08/2017	POINT 3	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17/07/2017	10/08/2017	POINT 4	30	7,8	ND	2 437	ND	35,5	0,6	40 649	4,0	25,8	1,2	ND	944	1,8	<LQ
13/07/2017	11/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	30	2,3	ND	783	ND	23,7	0,4	473	1,7	13,4	0,6	ND	2 188	1,0	<LQ
10/08/2017	08/09/2017	POINT 1	25	3,5	ND	1 054	ND	24,4	0,5	11 450	2,2	11,8	1,1	ND	2 388	2,2	ND
10/08/2017	08/09/2017	POINT 2	30	1,4	ND	727	ND	7,3	0,2	4 088	1,0	2,6	1,1	ND	1 171	0,3	ND
03/08/2017	08/09/2017	POINT 3	30	2,4	0,04	807	< LQ	16,6	0,2	8 459	1,7	12,9	0,9	ND	2 663	0,9	ND
10/08/2017	08/09/2017	POINT 4	30	3,3	< LQ	1 044	ND	12,2	0,2	19 904	1,4	8,7	0,4	ND	1 220	0,8	ND
11/08/2017	07/09/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	30	1,4	ND	484	ND	14,7	0,3	615	1,2	5,3	0,9	ND	1 683	12,6	ND

Date début	Date fin	Point	Diamètre entonnoir	Poussières	Ti	Tl	U	V	Zn	Zr
LD (mg/éch)				8,0E-01	2,0E-04	2,0E-05	2,0E-04	2,0E-05	5,0E-04	1,7E-04
LQ (mg/ech)				2,4E+00	5,0E-04	5,0E-05	5,0E-04	5,0E-05	1,5E-03	5,0E-04
Unité				g/m^2/mois	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour	µg/m^2/jour
17/07/2017	10/08/2017	POINT 1	30	4,0	76	0,1	1,0	2,0	26	2,2
17/07/2017	10/08/2017	POINT 2	30	3,0	125	0,1	1,1	2,5	49	2,8
17/07/2017	10/08/2017	POINT 3	30	-	-	-	-	-	-	-
17/07/2017	10/08/2017	POINT 4	30	7,8	1	0,2	1,1	4,6	2	1,1
13/07/2017	11/08/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	30	2,3	93	0,1	0,9	2,3	159	< LQ
10/08/2017	08/09/2017	POINT 1	25	3,5	77	0,2	ND	2,0	54	2,3
10/08/2017	08/09/2017	POINT 2	30	1,4	44	0,1	ND	1,2	13	1,4
03/08/2017	08/09/2017	POINT 3	30	2,4	103	0,1	< LQ	2,0	38	2,3
10/08/2017	08/09/2017	POINT 4	30	3,3	47	0,1	ND	1,5	23	2,4
11/08/2017	07/09/2017	MARSEILLE - CINQ AVENUES	30	1,4	70	0,1	ND	1,9	20	0,6

A10	**CALCULS DES RISQUES SANITAIRES**

A10.1	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – percentile 90 des teneurs mesurées**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
TENEURS MAX MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	331,82	5,60	411,00	3510,00	3080,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,13E-03	1,90E-05	1,39E-03	1,19E-02	1,04E-02
QD	2,50E+00	5,27E-02	9,96E-03	18,90	3,48E-02
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	9,65E-05	1,63E-06	1,19E-04	1,02E-03	8,95E-04
ERI	1,45E-04	Sans objet	Sans objet	8,67E-06	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
TENEURS MAX MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	331,82	5,60	411,00	3510	3080,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	2,21E-04	3,73E-06	2,74E-04	2,34E-03	2,05E-03
IR	0,49	0,01	0,00	3,71	0,01
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	3,16E-05	5,33E-07	3,91E-05	3,34E-04	2,93E-04
ERI	4,74E-05	Sans objet	Sans objet	2,84E-06	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,00005
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
TENEURS MAX MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	331,82	5,60	411,00	3510	3080,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,45E-04	2,45E-06	1,80E-04	1,54E-03	1,35E-03
IR	0,323	0,0068	0,0013	2,442	0,0045
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	4,78E-05	8,06E-07	5,92E-05	5,06E-04	4,44E-04
ERI	7,17E-05	Sans objet	Sans objet	4,30E-06	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

A10.2	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – teneurs égales aux seuils de référence**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
TENEURS EGALES AUX SEUILS DE REFERENCE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	3,99E-05	2,14E-06	2,04E-04	4,41E-04	8,48E-04
QD	8,86E-02	5,94E-03	1,45E-03	0,70	2,83E-03
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	3,42E-06	1,83E-07	1,74E-05	3,78E-05	7,27E-05
ERI	5,12E-06	Sans objet	Sans objet	3,21E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
TENEURS EGALES AUX SEUILS DE REFERENCE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	7,83E-06	4,20E-07	4,00E-05	8,67E-05	1,67E-04
IR	0,02	0,00	0,00	0,14	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,12E-06	6,00E-08	5,71E-06	1,24E-05	2,38E-05
ERI	1,68E-06	Sans objet	Sans objet	1,05E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,00005
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
TENEURS EGALES AUX SEUILS DE REFERENCE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	5,15E-06	2,76E-07	2,63E-05	5,70E-05	1,10E-04
IR	0,011	0,0008	0,0002	0,090	0,0004
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,69E-06	9,07E-08	8,64E-06	1,87E-05	3,60E-05
ERI	2,54E-06	Sans objet	Sans objet	1,59E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

A10.3	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – bioaccessibilité maximale**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
BIOACCESSIBILITE MAXIMALE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	3,99E-05	2,14E-06	2,04E-04	4,41E-04	8,48E-04
QD	8,86E-02	5,94E-03	1,45E-03	0,70	2,83E-03
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	3,42E-06	1,83E-07	1,74E-05	3,78E-05	7,27E-05
ERI	5,12E-06	Sans objet	Sans objet	3,21E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
BIOACCESSIBILITE MAXIMALE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	7,83E-06	4,20E-07	4,00E-05	8,67E-05	1,67E-04
IR	0,02	0,00	0,00	0,14	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,12E-06	6,00E-08	5,71E-06	1,24E-05	2,38E-05
ERI	1,68E-06	Sans objet	Sans objet	1,05E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,00005
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
BIOACCESSIBILITE MAXIMALE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	5,15E-06	2,76E-07	2,63E-05	5,70E-05	1,10E-04
IR	0,011	0,0008	0,0002	0,090	0,0004
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,69E-06	9,07E-08	8,64E-06	1,87E-05	3,60E-05
ERI	2,54E-06	Sans objet	Sans objet	1,59E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	200
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,55

A10.4	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol chez les riverains – durée d'exposition maximale**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
DUREE D'EXPOSITION MAXIMALE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	6,99E-05	3,75E-06	3,57E-04	7,74E-04	1,49E-03
QD	1,55E-01	1,04E-02	2,55E-03	1,23	4,96E-03
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	6,00E-06	3,21E-07	3,06E-05	6,63E-05	1,28E-04
ERI	8,99E-06	Sans objet	Sans objet	5,64E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	351
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,96

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
DUREE D'EXPOSITION MAXIMALE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,37E-05	7,37E-07	7,02E-05	1,52E-04	2,92E-04
IR	0,03	0,00	0,00	0,24	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,96E-06	1,05E-07	1,00E-05	2,17E-05	4,18E-05
ERI	2,95E-06	Sans objet	Sans objet	1,85E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,00005
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	351
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,96

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL CHEZ LES RIVERAINS
DUREE D'EXPOSITION MAXIMALE

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	11,75	0,63	60,00	130	250,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	9,04E-06	4,85E-07	4,62E-05	1,00E-04	1,92E-04
IR	0,020	0,0013	0,0003	0,159	0,0006
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	2,97E-06	1,59E-07	1,52E-05	3,29E-05	6,32E-05
ERI	4,46E-06	Sans objet	Sans objet	2,79E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	351
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,96

A10.5	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans les calanques – percentile 90 des teneurs mesurées**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES CALANQUES
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	105,73	5,66	41,34	2968	406,8
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	5,38E-05	2,88E-06	2,10E-05	1,51E-03	2,07E-04
QD	1,20E-01	8,00E-03	1,50E-04	2,40	6,90E-04
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	4,61E-06	2,47E-07	1,80E-06	1,29E-04	1,77E-05
ERI	6,92E-06	Sans objet	Sans objet	1,10E-06	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Q	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DASN LES CALANQUES
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	105,73	5,66	41,34	2968	406,8
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,06E-05	5,66E-07	4,13E-06	2,97E-04	4,07E-05
IR	0,02	0,00	0,00	0,47	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,51E-06	8,08E-08	5,91E-07	4,24E-05	5,81E-06
ERI	2,27E-06	Sans objet	Sans objet	3,60E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DASN LES CALANQUES
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	105,73	5,66	41,34	2968	406,8
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	6,95E-06	3,72E-07	2,72E-06	1,95E-04	2,67E-05
IR	0,015	0,0010	0,0000	0,310	0,0001
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	2,28E-06	1,22E-07	8,93E-07	6,41E-05	8,79E-06
ERI	3,43E-06	Sans objet	Sans objet	5,45E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

A10.6	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans les calanques – détermination de la fréquentation maximale admissible avec les teneurs moyennes mesurées**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES CALANQUES
DETERMINATION DE LA FREQUENTATION MAXIMALE ADMISSIBLE AVEC LES TENEURS MOYENNES MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	73,27	4,2	29,98	2150,67	294,23
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,99E-05	1,14E-06	8,14E-06	5,84E-04	7,98E-05
QD	4,42E-02	3,17E-03	5,81E-05	0,93	2,66E-04
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,70E-06	9,77E-08	6,97E-07	5,00E-05	6,84E-06
ERI	2,56E-06	Sans objet	Sans objet	4,25E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Q	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	16
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,04

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES CALANQUES
DETERMINATION DE LA FREQUENTATION MAXIMALE ADMISSIBLE AVEC LES TENEURS MOYENNES MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	73,27	4,2	29,98	2150,67	294,23
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	3,91E-06	2,24E-07	1,60E-06	1,15E-04	1,57E-05
IR	0,01	0,00	0,00	0,18	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	5,58E-07	3,20E-08	2,28E-07	1,64E-05	2,24E-06
ERI	8,37E-07	Sans objet	Sans objet	1,39E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	16
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,04

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES CALANQUES
DETERMINATION DE LA FREQUENTATION MAXIMALE ADMISSIBLE AVEC LES TENEURS MOYENNES MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	73,27	4,2	29,98	2150,67	294,23
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	2,57E-06	1,47E-07	1,05E-06	7,54E-05	1,03E-05
IR	0,006	0,0004	0,0000	0,120	0,0000
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	8,44E-07	4,84E-08	3,45E-07	2,48E-05	3,39E-06
ERI	1,27E-06	Sans objet	Sans objet	2,11E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	16
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,04

A10.7	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans les calanques – détermination de la fréquentation maximale admissible avec le percentile 90 des teneurs mesurées**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES CALANQUES
DETERMINATION DE LA FREQUENTATION MAXIMALE ADMISSIBLE AVEC LE PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	105,73	5,66	41,34	2968	406,8
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	2,15E-05	1,15E-06	8,41E-06	6,04E-04	8,28E-05
QD	4,78E-02	3,20E-03	6,01E-05	0,96	2,76E-04
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,84E-06	9,87E-08	7,21E-07	5,18E-05	7,10E-06
ERI	2,77E-06	Sans objet	Sans objet	4,40E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Q	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	12
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,03

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES CALANQUES
DETERMINATION DE LA FREQUENTATION MAXIMALE ADMISSIBLE AVEC LE PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	105,73	5,66	41,34	2968	406,8
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	4,23E-06	2,26E-07	1,65E-06	1,19E-04	1,63E-05
IR	0,01	0,00	0,00	0,19	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	6,04E-07	3,23E-08	2,36E-07	1,70E-05	2,32E-06
ERI	9,06E-07	Sans objet	Sans objet	1,44E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	12
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,03

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES CALANQUES
DETERMINATION DE LA FREQUENTATION MAXIMALE ADMISSIBLE AVEC LE PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	105,73	5,66	41,34	2968	406,8
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	2,78E-06	1,49E-07	1,09E-06	7,81E-05	1,07E-05
IR	0,006	0,0004	0,0000	0,124	0,0000
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	9,14E-07	4,89E-08	3,57E-07	2,56E-05	3,52E-06
ERI	1,37E-06	Sans objet	Sans objet	2,18E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	12
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,03

A10.8	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans le secteur Pastré – zone de randonnées GR – teneurs moyennes mesurées**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES ZONES DE RANDONNEE SECTEUR PASTRE
TENEURS MOYENNES MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	12,98	0,53	17,30	189,00	87,45
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	6,60E-06	2,69E-07	8,80E-06	9,62E-05	4,45E-05
QD	1,47E-02	7,46E-04	6,29E-05	0,15	1,48E-04
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	5,66E-07	2,30E-08	7,54E-07	8,24E-06	3,81E-06
ERI	8,49E-07	Sans objet	Sans objet	7,01E-08	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Q	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES ZONES DE RANDONNEE SECTEUR PASTRE
TENEURS MOYENNES MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	12,98	0,5278	17,3	189	87,45
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,30E-06	5,28E-08	1,73E-06	1,89E-05	8,74E-06
IR	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,85E-07	7,54E-09	2,47E-07	2,70E-06	1,25E-06
ERI	2,78E-07	Sans objet	Sans objet	2,29E-08	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES ZONES DE RANDONNEE SECTEUR PASTRE
TENEURS MOYENNES MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	12,98	0,5278	17,3	189	87,45
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	8,53E-07	3,47E-08	1,14E-06	1,24E-05	5,75E-06
IR	0,002	0,0001	0,0000	0,020	0,0000
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	2,80E-07	1,14E-08	3,74E-07	4,08E-06	1,89E-06
ERI	4,21E-07	Sans objet	Sans objet	3,47E-08	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

A10.9	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans le secteur Pastré – zone de randonnées GR – percentile 90 des teneurs mesurées**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES ZONES DE RANDONNEE SECTEUR PASTRE
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	15,34	0,57	19,00	250,00	101,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	7,81E-06	2,92E-07	9,67E-06	1,27E-04	5,14E-05
QD	1,73E-02	8,10E-04	6,91E-05	0,20	1,71E-04
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	6,69E-07	2,50E-08	8,29E-07	1,09E-05	4,40E-06
ERI	1,00E-06	Sans objet	Sans objet	9,27E-08	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Q	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES ZONES DE RANDONNEE SECTEUR PASTRE
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	15,34	0,5733	19	250	101
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,53E-06	5,73E-08	1,90E-06	2,50E-05	1,01E-05
IR	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	2,19E-07	8,19E-09	2,71E-07	3,57E-06	1,44E-06
ERI	3,29E-07	Sans objet	Sans objet	3,04E-08	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION DE SOL DANS LES ZONES DE RANDONNEE SECTEUR PASTRE
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	15,34	0,5733	19	250	101
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	1,01E-06	3,77E-08	1,25E-06	1,64E-05	6,64E-06
IR	0,002	0,0001	0,0000	0,026	0,0000
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	3,31E-07	1,24E-08	4,10E-07	5,40E-06	2,18E-06
ERI	4,97E-07	Sans objet	Sans objet	4,59E-08	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne de sol ingérée (kg/j)	Qd,ext	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	30
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,08

A10.10	**Fiche de calculs sanitaires – Ingestion de sol dans le secteur Pastré – zone de promenade – percentile 90 des teneurs mesurées**

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL DANS LES SECTEURS DE PROMENADE DU PARC PASTRE
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ENFANTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	10,62	0,54	32,00	238,00	148,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	2,07E-05	1,05E-06	6,24E-05	4,64E-04	2,89E-04
QD	4,60E-02	2,93E-03	4,46E-04	0,74	9,62E-04
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	1,78E-06	9,03E-08	5,35E-06	3,98E-05	2,47E-05
ERI	2,66E-06	Sans objet	Sans objet	3,38E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	6
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,09
Poids corporel (kg)	P	14,7
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000091
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	115
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,32

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL DANS LES SECTEURS DE PROMENADE DU PARC PASTRE
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADOLESCENTS

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	10,62	0,54	32,00	238	148,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	4,07E-06	2,07E-07	1,23E-05	9,12E-05	5,67E-05
IR	0,01	0,00	0,00	0,14	0,00
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	5,82E-07	2,96E-08	1,75E-06	1,30E-05	8,10E-06
ERI	8,72E-07	Sans objet	Sans objet	1,11E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	10
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,14
Poids corporel (kg)	P	41,1
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,00005
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	115
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,32

17LES038Aa_ IEM LEGRE MANTE

CALCUL DE RISQUES LIES A L'INGESTION SOL DANS LES SECTEURS DE PROMENADE DU PARC PASTRE
PERCENTILE 90 DES TENEURS MESUREES

EVALUATION DES RISQUES PAR INGESTION DE SOL POUR LES ADULTES

Composés chimiques	Arsenic	Cadmium	Cuivre	Plomb	Zinc
Concentrations anomaliques maximales mesurées (mg/kg)	10,62	0,54	32,00	238	148,00
Effets à seuil					
VTR (mg/kg/j)	4,50E-04	3,60E-04	0,14	6,30E-04	0,3
DJE (mg/kg/j)	2,68E-06	1,36E-07	8,07E-06	6,00E-05	3,73E-05
IR	0,006	0,0004	0,0001	0,095	0,0001
Effets sans seuil					
VTR (mg/kg/j)-1	1,5	Non disponible	Non disponible	8,5E-03	Non disponible
DJE (mg/kg/j)	8,80E-07	4,47E-08	2,65E-06	1,97E-05	1,23E-05
ERI	1,32E-06	Sans objet	Sans objet	1,68E-07	Sans objet

Durée d'exposition (T en années)	T	23
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	T/Tm	0,33
Poids corporel (kg)	P	62,5
Quantité quotidienne totale de sol ingérée, toutes origines confondues (kg/j)	Qt	0,000050
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	N	115
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	F	0,32

A10.11	**Calculs sanitaires – Synthèse des effets néfastes liés aux substances retenues pour les calculs de risques sanitaires**

Composés	Voie d'absorption		Effets systémiques			Effets cancérigènes		
	principale	secondaire	Organes cibles			Classification		Type cancer
			Ingestion	Inhalation	Contact cutané	CIRC	EPA	
METAUX								
Antimoine	Inhalation	Ingestion		pneumopathie, troubles nerveux, problèmes hématologique et cardiaque		-	-	
Argent	Inhalation	Ingestion	Coloration de la peau et des muqueuses	Irritations respiratoires, douleurs abdominales, coloration de la peau et des muqueuses		-	D	
Arsenic	Ingestion	Inhalation	Système cutané, respiratoire et neurologique, système cardioavasculaire, système hématologique, système hépatique, système digestif	Système cutané, respiratoire et neurologique, système cardioavasculaire, système digestif		1	A	Pulmonaire et cutané (Ingestion)
Cadmium	Inhalation	Ingestion	Rein, squelette, système cardiovasculaire	Rein, système respiratoire, système cardiovasculaire		1	B1	Pulmonaire (Inhalation)
Chrome III	Ingestion			Système respiratoire, système immunitaire, système gastro-intestinal	Système immunitaire	-	D	
Chrome VI	Inhalation	Ingestion		Système respiratoire, système immunitaire, système gastro-intestinal	Système immunitaire	1	A	Pulmonaire
Cobalt	Inhalation	Ingestion		SR, SC		2B	-	
Cuivre	Ingestion	Inhalation	Rein, foie, système cardiovasculaire, squelette, système nerveaux central	Foie	Peau	3	D	
Fer	Ingestion		Nécrose hémorragique et formation d'escarres (estomac)	Système respiratoire, système immunitaire, système gastro-intestinal		-	-	
Manganèse	Inhalation	Ingestion		Foie, rein, SN		-	D	
Mercure élémentaire	Inhalation	Ingestion	SNC, rein, système cardiovasculaire, système gastro-intestinal	SNC, rein, fœtus, système cardiovasculaire	bouche	3	D	
Mercure inorganique	Ingestion	Inhalation	Système immunitaire, SNC, reins, système cardiovasculaire	-	système cardiovasculaire, rein, SNC, système immunitaire, système gastro-intestinal	3	D	
Mercure organique	Ingestion	Inhalation	-	SNC, rein, fœtus, système respiratoire et gastrointestinal, muscle	-	2B	C	
Nickel	Ingestion	Inhalation	Rein, foie, cœur, poumons	Poumons, thyroide, système rénal,		2B	A	Pulmonaire et cavité nasale (Inhalation)
Plomb	Inhalation, Ingestion		Rein, système gastro-intestinal, squelette, système immunitaire	SNC, SNP, système cardio-vasculaire, thyroide, système hémato-lymphatique		2A	B2	Bronchique et rénal (Ingestion et Contact cutané)
Sélénium	Inhalation Ingestion		Système gastro-intestinal	Système gastro-intestinal, muqueuses		3	D	
Vanadium	Ingestion					-	-	
Vanadium pentoxyde	Inhalation Ingestion			Irritations respiratoires		2B	-	
Zinc	Ingestion	Inhalation	Système gastro-intestinal, système hémato-lymphatique , système immunitaire,	poumon		3	D	
COMPOSES AZOTES								
Cyanures	Ingestion Inhalation	Contact cutané		Thyroïde, SN (neuropathie), reprotoxicité (hypothyroïdie), syst cardiovasculaire, respiratoire et gastrointestinal		-	D	

A11	**CONDITIONS GENERALES DE VENTE**

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaitre l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur.

De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés. Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dégagée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnisations correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

<u>Assurance décennale obligatoire</u>

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

<u>Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance</u>

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en réfèrera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Marseille sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.