



Dépollution et Réhabilitation de la friche industrielle Legré-Mante

Présentation du site

Entre massif et bord de mer

Vue aérienne

Stock de résidus industriels
(Parcelle B)

Plateforme industrielle
(Parcelles A et C)8

Emprise PC

0 200 m

- ⇒ Quartier de la Madrague de Montredon, au pied de la colline du Mont Rose (8ème)
- ⇒ Quartier industriel dès 1809 qui a évolué en quartier résidentiel : expansion urbaine sur et autour des friches industrielles du quartier
- ⇒ Périmètre de l'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) : siège d'activités industrielles depuis 150 ans
- ⇒ Superficie ICPE de 7,8 hectares

Historique - Contexte industriel et portuaire de Marseille

1810 / Premier décret national contre la « Pollution Industrielle »

Décret Impérial du 15 octobre 1810 :

- Classement des industries en 3 catégories
- Arrêt du développement des industries polluantes dans le centre des cités

1825 / Création d'un conseil de salubrité à Marseille

Relégation des industries polluantes dans les marges urbaines

- ⇒ Eloigner la pollution de la ville tout en restant proche de la mer
- ⇒ Choix porté sur Littoral sud de la cité

Fin XIX^{ème} siècle / Activité industrielle omniprésente sur tout le secteur des Calanques

Plus de 150 ans d'activités polluantes sur le secteur :

Pollution généralisée



Plus de 150 ans d'activités industrielles dans les calanques

Fin XIX^{ème} siècle / Activité industrielle omniprésente sur le secteur

De la Pointe-Rouge à Callelongue, en passant par l'Escalette et les Goudes, une vingtaine d'usines produisent soude, chaux, verre, raffinage de soufre, plomb...

➔ L'usine de l'Escalette est le principal contributeur As et Pb à l'échelle du secteur (activité de fonderie de 1851 à 1924)



Les habitants vivent avec l'héritage des choix politiques et économiques passés

Tous les nouveaux projets de vie doivent intégrer cet héritage industriel dans leurs conceptions

Le site de la Madrague : une histoire industrielle d'hier à aujourd'hui

1874 - 1883 / Fonderie de plomb & de zinc (Hilarion Roux)

1887 - 2009 / Transformation de l'usine : production d'acides (Legré Mante)

2009 - 2017 / Site laissé à l'abandon

Projets avortés : non-respect de la loi Littoral, de la mémoire du lieu, bétonisation excessive, ...

Juillet 2017 / Reprise du site par Ginkgo (partenariat avec Constructa)

- Sécurisation du site : Clôture du site, surveillance renforcée gardiennage, curage des matériaux inflammables, gestion de squatteurs, d'incivilités quotidiennes, d'arrêtés de périls, ...)
- Réalisation de plus de 14 études scientifiques (sous le contrôle de la Préfecture) :
 - Diagnostics complémentaires (sols, gaz des sols, eaux souterraines, eaux superficielles, eau de mer, sédiments, oursins, poussières, ...)
 - Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) - avril 2020 après tierce expertise Brgm
 - Plan de Gestion (PG) et Plan de Conception de Travaux (PCT) - avril 2022 après TE Brgm
- Rencontres et dialogue avec les CIQ, associations et riverains du site.

⇒ <https://195lacalanque.fr/acces-direct-vers-les-documents-de-reference/>

Décembre 2021/ Dépôt Permis de Construire en cours d'instruction

Enquête publique le 16 septembre



**Projet de reconversion
au service de la dépollution**



Différents types de pollutions et exploitants associés à différentes responsabilités

1874 – 1883
Activité de fonderie de plomb
HILARION ROUX

ARRÊT : EXPLOITANT DÉFAILLANT
PAS D'AYANT-DROIT > POLLUTION ORPHELINE



REPRISE DES RESPONSABILITÉS PAR L'ÉTAT

Process 1 → zone émettrice 1



Cheminée rampante

⇒ 2 pollutions différenciées et distinctes spatialement

1887 - 2009
Activité d'acides
LEGRÉ MANTE

ARRÊT : CESSATION D'ACTIVITÉS : REMISE EN ETAT DE L'ICPE PAR LE
DERNIER EXPLOITANT



DÉPOLLUTION ENCADRÉE PAR L'ADMINISTRATION

Process 2 → zone émettrice 2



Cheminées verticales sur site



A différents exploitants, différentes obligations

Aujourd'hui : un site sécurisé

La plateforme industrielle et le stock de résidus ne sont pas contributifs d'une pollution à l'extérieur via :

- Les eaux souterraines (nappe discontinue de fissures dans les calcaires)
- Les eaux superficielles (canal de Marseille)
- Les gaz des sols
- L'envol de poussières (AtmoSud)
- L'amiante dans l'atmosphère en provenance des bâtiments industriels

<https://195lacalanque.fr/acces-direct-vers-les-documents-de-reference/>

Le stock de résidus industriels est concerné par l'érosion marine et le risque d'éboulements sur la plage

- Arrêté municipal d'interdiction d'accès au littoral depuis 2011
- Mise en sécurité renforcée en pied de talus

Depuis sa mise en sécurité le site ne génère pas de risque pour la santé des riverains (mesuré et suivi)



Une requalification parfaitement encadrée et tierce expertisée

Les étapes de mise et sécurité, de dépollution et de requalification sont encadrées par :

- Les services de l'Etat,
- La Préfecture
- La Direction de l'Environnement,
- L'Agence Régionale de Santé (ARS),
- La Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM),
- Les services techniques de la Ville de Marseille

Cadre d'une méthodologie nationale de gestion des Sites et Sols Pollués (SSP)

- Lien : <http://ssp-infoterre.brgm.fr/methodologie-nationale-gestion-sites-sols-pollues>
- Guides (BRGM et ADEME)
- Toutes les étapes suivent des procédures réglementaires et sont encadrées par des arrêtés préfectoraux
- **Les études Plan de Gestion (PG) et Plan de Conception de Travaux (PCT) ont été tierce-expertisées par le BRGM (organisme sous tutelle des Ministères de la Recherche, de l'Écologie et de l'Économie) et référence nationale en matière de SSP**



Les conclusions du PG et du PCT s'inscrivent dans la méthodologie nationale et selon cette démarche encadrée, les mesures de gestion retenues et validées par le tiers expert sont proportionnées et conformes

2018-2022 : Du Plan de Gestion au Plan de conception de travaux

Choix de l'équipe d'experts

Etudes techniques réalisées pour permettre le choix des solutions de traitement

Tiers indépendants experts dans leurs domaines et reconnus

- ⇒ *ERG Environnement :* *Sites et Sols Pollués*
 Etudes de risques sanitaires

- ⇒ *ERG Géotechnique :* *Etudes géotechniques (stabilité parcelle B)*

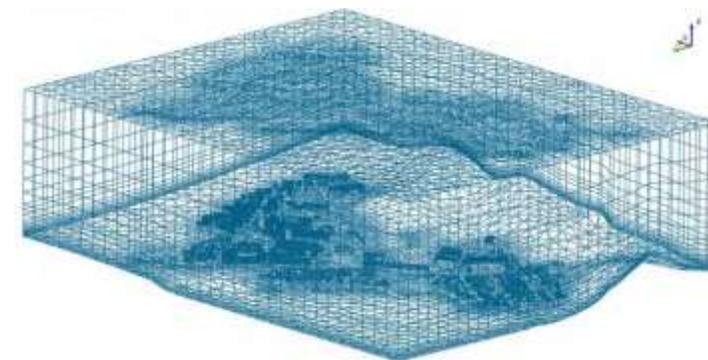
- ⇒ *Océanide :* *Ouvrage de défense à la mer*

- ⇒ *Fluidyn :* *Modélisation 3D de l'envol des poussières*

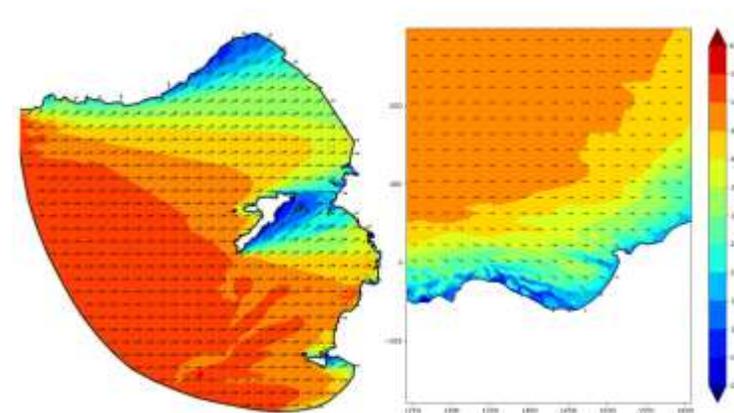
- ⇒ *Remea/Freyssinet/Ortec :* *Stabilisation chimique, stabilité cheminées*

- ⇒ *AtmoSud :* *Monitoring air (poussières et métaux)*

- ⇒ *Morancy :* *Etudes faune / flore et prélèvements eau de mer, sédiments et oursins*



Maquette 3D du secteur pour modélisation des envols de poussières en phase travaux



Etude de propagation de la houle et données bathymétriques

Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – la plateforme

La plateforme industrielle

Caractérisation des pollutions et des milieux : Pollutions dans les sols, 4 méthodes (métrologique, statistique, cartographique et bilantielle (méthodologie nationale))

- Pollutions concentrées ponctuelles
- Pollution diffuse généralisée en métaux



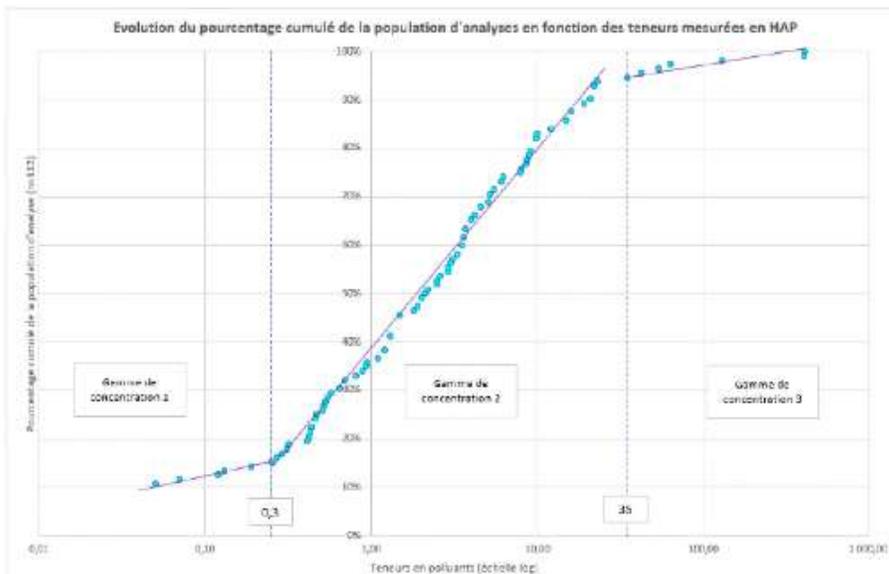
volume estimatif de 1 000 m³ (hydrocarbures et CNT)



volume estimatif > 50 000 m³, avec seuil en Pb, As > ELT et HCSP



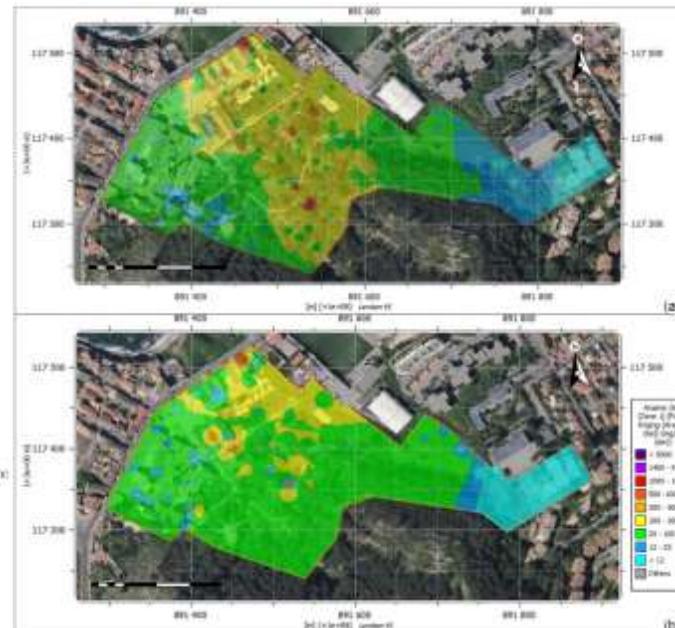
Approche statistique



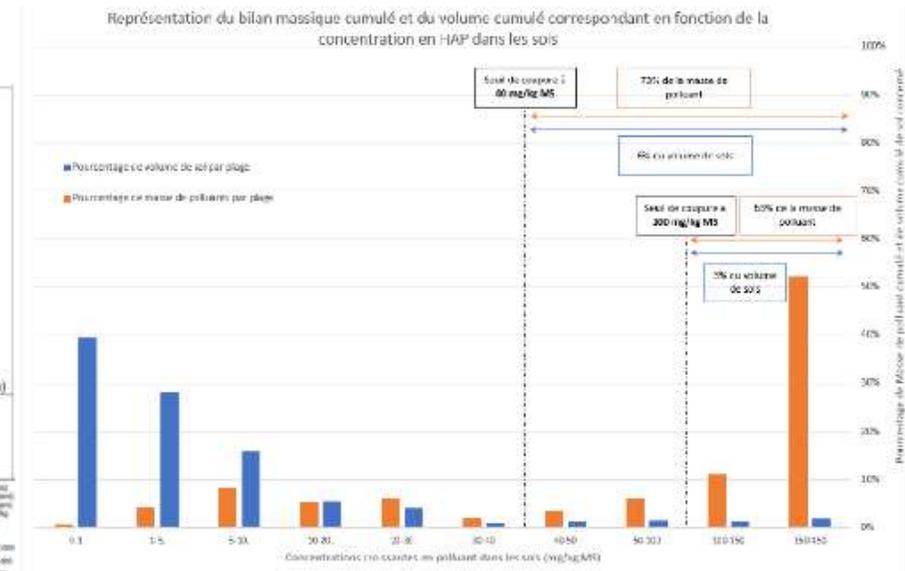
Approche basée sur les constats de terrain



Approche Cartographique



Approche bilan massique



Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – la plateforme

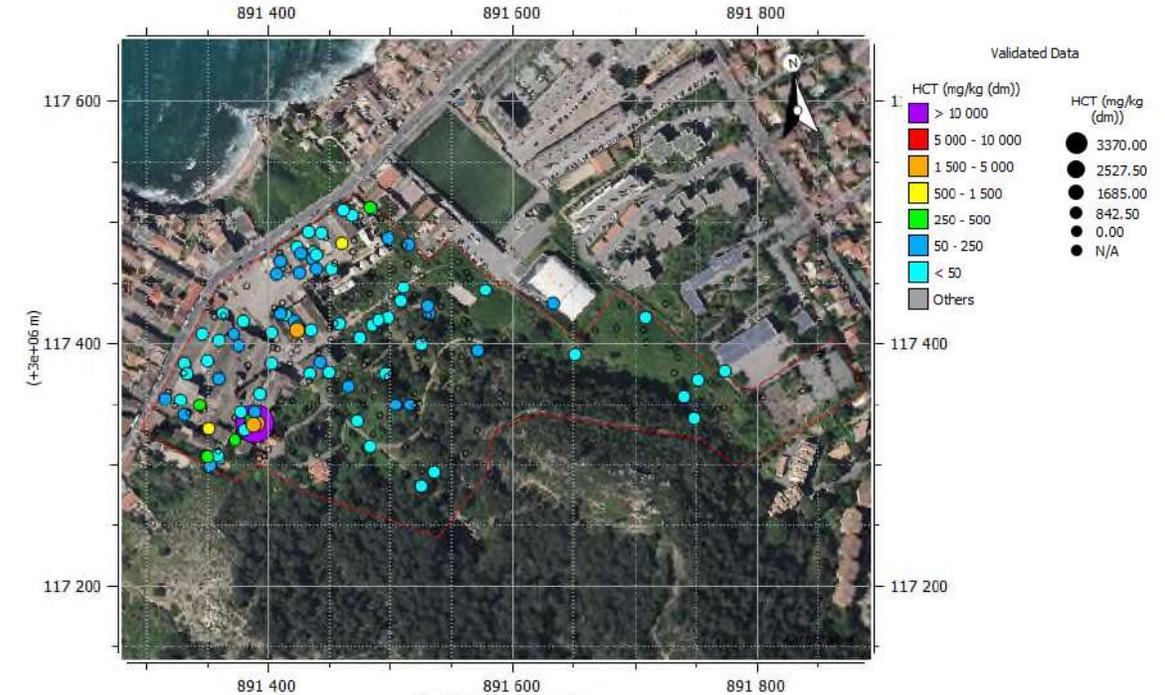
La plateforme industrielle

1 - Caractérisation des pollutions et des milieux :

- **Sols** : des polluants limités : métaux lourds, cyanures, hydrocarbures et d'autres composés (sous forme de traces et sans risque sanitaire)
- **Eaux souterraines** : pas de nappe en grand, teneurs en polluants traceurs (sels, métaux) conformes aux critères de potabilisation
- **Eaux superficielles** (canal de Marseille) : aucun impact
- **Gaz du sol** : teneurs mesurées au niveau du seuil de détection et localisées au niveau des sources en produits organiques (chaufferie)
- **Air ambiant** : non détection systématique de fibre d'amiante

Avis du tiers expert BRGM :

« le BRGM juge le degré de connaissance de l'état des milieux suffisant pour fiabiliser les mesures de gestion proposées (en phase chantier et pour les usages futurs) »

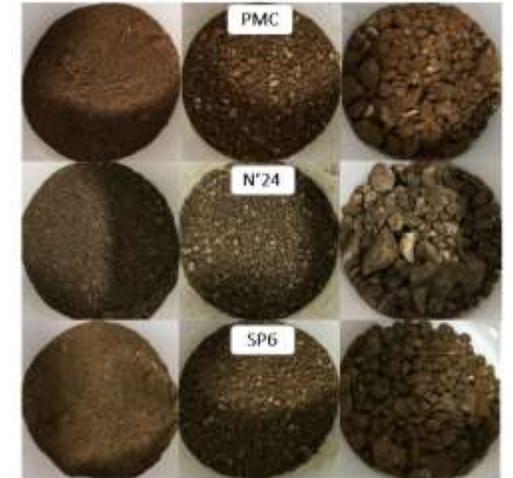


Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux

2 - Bilan technique :

- Faisabilités scientifiques :
 - Expertises techniques : stabilité, érosion maritime, EQRS
 - Essais de traitabilité et pilotes de laboratoire
 - Modélisations
- Evaluation des solutions de gestion (état de l'Art)
 - Définition de scénarios pertinents
- Le bilan coûts-avantages (BCA) ⇔ Analyse multicritères intégrant des critères :
 - ⇒ environnementaux (chimique, géologique, géotechnique),
 - ⇒ réglementaires (normes, méthodologiques) ,
 - ⇒ sanitaires, économiques, techniques (contraintes, aléas),
 - ⇒ d'impact (bilan carbone, ressource, climat)
 - ⇒ sociaux et sociétaux (perception, volonté, ect ...)
- **Choix de la/des solution(s) de réhabilitation au travers de la notation**

Avis du tiers expert BRGM : « Les scénarios retenus par le pétitionnaire s'avèrent pertinents et le BCA transparent, valide et conforme (sur les critères de notation et les pondérations employées) »



Tests Pilotes en laboratoire



Prélèvements de matériaux pour essais laboratoire

Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux - la plateforme

3 - Solutions de gestion

☐ Sols : les Pollutions concentrées (HCt, HAP, CNT)

- Extraction, transport et évacuation des matériaux pollués (sous dispositif AtmoSud)
- Volumes de l'ordre de 1 000 m³ (72 camions)
 - ⇒ *Exportations limitées et maîtrisées dans des filières locales*

☐ Les encroutements de la cheminée rampante sur site :

- Décroutage de la faces interne de la cheminée sur site
- Traitement in situ par stabilisation géochimique
- Sécurisation des accès et de stabilité de l'ouvrage et entretien
 - ⇒ *Maintien des oculi : habitats chiroptères*
 - ⇒ *Obturer durablement des accès : Assurer la sécurité du public*

Avis du tiers expert BRGM, concernant la cheminée rampante :
« Sur les plans environnementaux, cette approche est pertinente et proportionnée aux enjeux du réaménagement du site de La Madrague, parcelles A et C. Le BRGM donne un avis favorable »



Filière autorisée (décharge)

Moyen matériel pour la purge



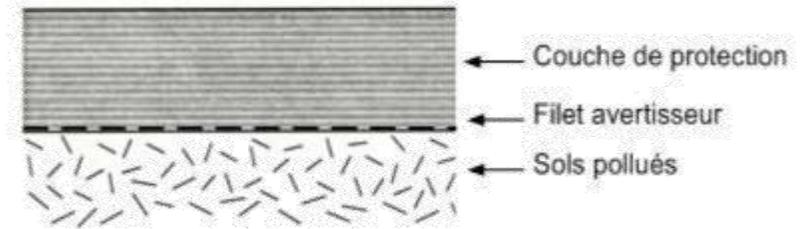
Sécurisation en entrée de cheminée

Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – la plateforme

3 - Solutions de gestion (suite)

☐ Sols : les Pollution en métaux : principe retenu et validé de confinement

- Pollution généralisée sur tout le secteur
 - caractère non volatile, non mobile et non lixiviable des métaux
 - Compatibilité sanitaire par recouvrement de 50 cm de terres sur toute la surface projet
- ⇒ *désartificialisation et refonctionnalisation biologique des sols et renaturation végétale (cf slide suivant barrière végétale)*



Exemple de couverture de surface pour prévenir l'ingestion de terres, le réenvol de poussières
(Source : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-63675-FR.pdf>)

☐ Déblais : Réemploi sur site et création de technosols (refonctionnalisation)

- ⇒ *Traçabilité des matériaux et compatibilité sous recouvrement*
- ⇒ *Stratégie d'économie circulaire maximisant le recyclage et la valorisation des matériaux, limitation des nuisances et des impacts*
- ⇒ *Empreinte carbone réduite*

Avis du tiers expert BRGM concernant l'efficacité des mesures de gestion prévues :
« L'analyse critique du PCT et les réponses apportées lors de cette TE (voir chapitre 3) relève l'adéquation entre les mesures de gestion envisagées et les enjeux au stade d'étude avant-projet (AVP) »



Réemploi de matériaux sous voierie

Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – la zone naturelle

3 - Solutions de gestion (suite)

❑ Les sols de la Zone naturelle - Plateforme industrielle Sud (Parcelle A) : traitement par confinement et Phytostabilisation

- Continuité des actions initiées sur le site de l'Escalette à l'échelle régionale
- Constitution d'une barrière végétale, lisière naturelle à vocation de phytostabilisation et pédagogique pour les riverains
- Gestion des pollutions diffuses en métaux et restauration écologique
 - ⇒ conservation de la biodiversité locale,
 - ⇒ réduction des transferts via les racines,
 - ⇒ Limitation des effets du ruissellement
 - ⇒ refonctionnalisation biologique des sols
- Zone réglementée et à accès restreint sur le site (parcours pédagogique sécurisé)
- Risque incendie potentiel (aménagement d'accès, défrichage, exercices pompiers récurrents, préservation de bassin existant, ...)

Avis du tiers expert BRGM :

« La technologie par phytoremédiation (et en particulier la phytostabilisation et la phytoextraction) ont fait leurs preuves dans la gestion des pollutions par les ETMM des sols de surface de site d'extraction de métaux et des sites industriels de raffinage et transformation. Le BRGM donne un avis favorable à ce choix technique exposé dans le PCT. »



Pistacia lentiscus

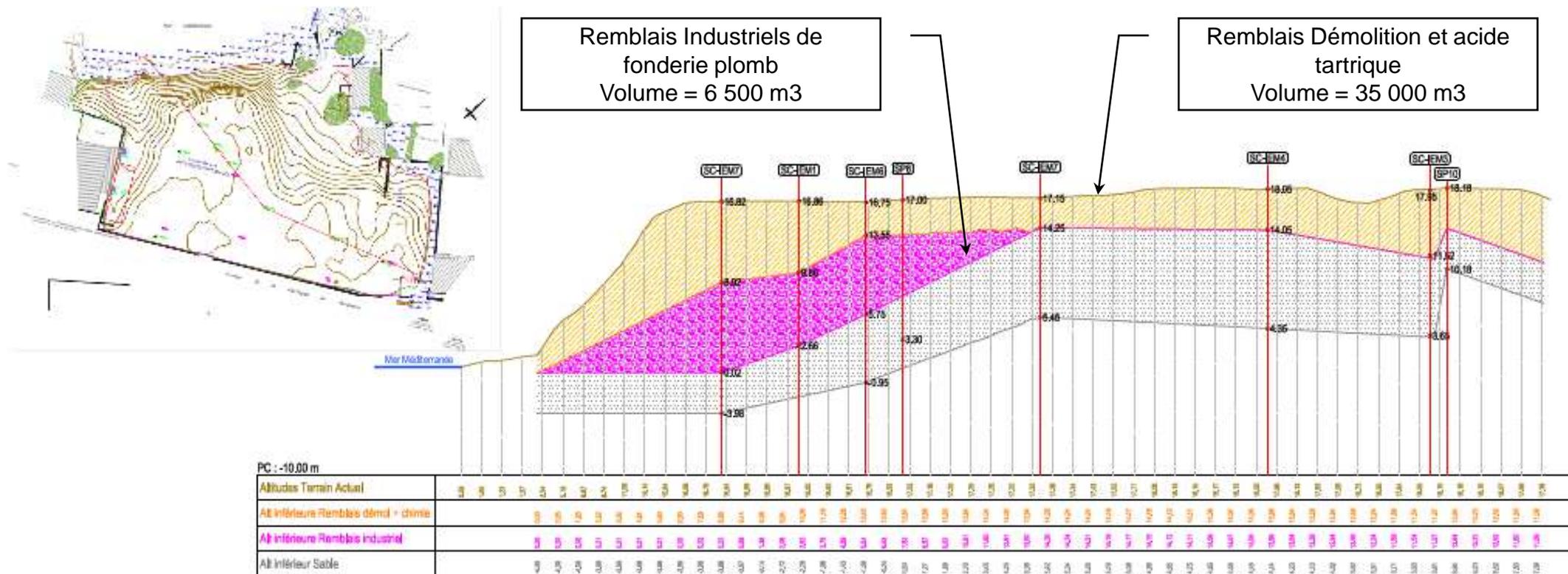


Pinus halepensis

Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – le stock de résidus

1 - Caractérisation des pollutions

- Diagnostics de pollution : sondages carottés, stratification des stockages historiques : volume de 41 000 m³
- Etude du massif de résidus :
 - Remblais Industriels de fonderie marqués en Pb et en As
 - Remblais issus des activités de production d'acides marqués ponctuellement en métaux (zinc, fer, sels...)
 - Non lixiviabiles / non mobiles
 - Pas d'impact du crassier sur la qualité des sédiments marins (cf IEM §12.4)



Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – stock de résidus

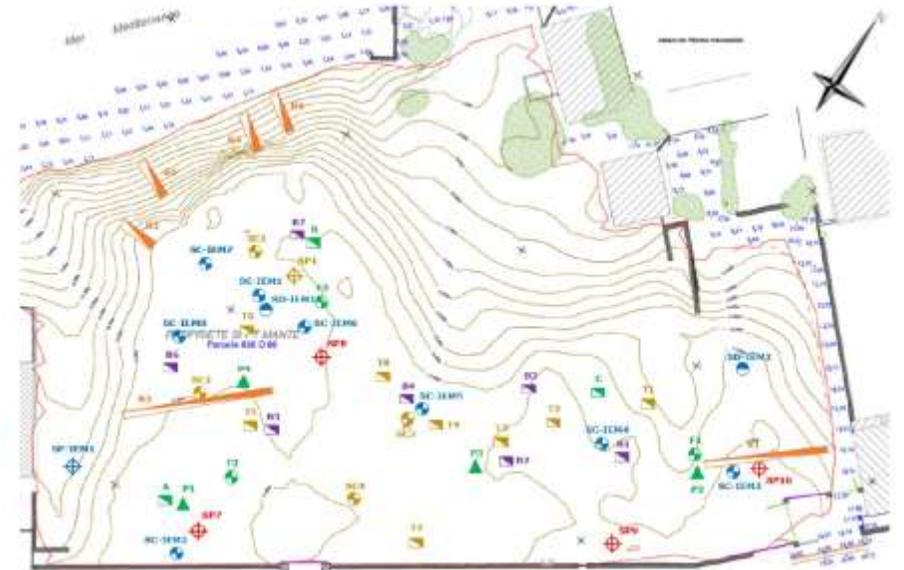
2 - Bilan technique

➤ Faisabilités scientifiques :

- Etude de protection du secteur littoral contre l'érosion (échanges avec la Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) au sujet du Domaine Public Maritime (DPM) et du positionnement de l'enrochement)
- Etude géotechnique de stabilité du massif
- Etude de confinement du massif
- Etude de gestion des eaux et de maintenance de l'ouvrage



Plan d'implantation de l'ouvrage de protection maritime



Plan des investigations réalisées à vocation géotechnique et environnementale

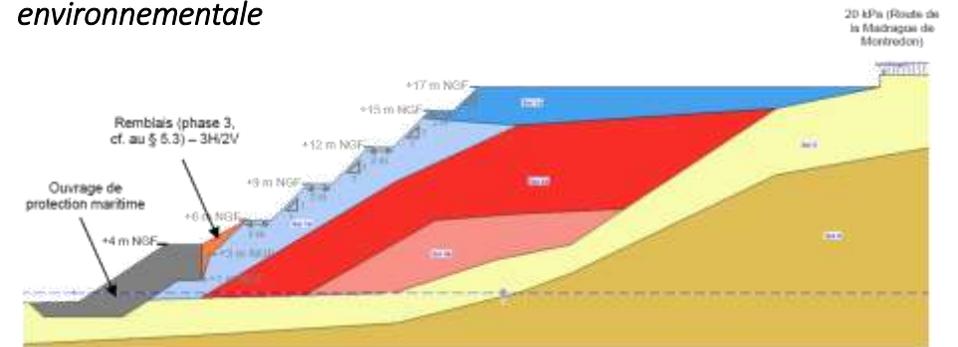


Schéma de principe des reprofilages avec ouvrage de protection maritime en pied

Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – stock de résidus

3 - Le Bilan Coûts – avantages (BCA) : analyse multicritères :

COMPOSANTE GÉOCHIMIQUE

Nature et qualité chimique des matériaux et comportement caractérisé par la **mobilité très limitée des traceurs**

COMPOSANTE GÉOTECHNIQUE

Stabilité générale du massif de déchets / résidus et son **reprofilage**

COMPOSANTE ESTHÉTIQUE ET SOCIOLOGIQUE

L'aspect général et visuel des dépôts **dégrade le paysage environnant** et limite un accès qualitatif à la mer pour les riverains et le public



COMPOSANTE SANITAIRE

Impact non significatif de l'envol des poussières et absence d'impact sur le milieu marin (eau, sédiments et oursins)

COMPOSANTE CLIMATIQUE

Exposition induit du massif à l'**érosion maritime**

COMPOSANTE RÉGLEMENTAIRE

Massif de déchets en partie sur le **DPM**, issues d'**activités autorisées** depuis près d'un siècle et demi

COMPOSANTE SOCIÉTALE

Reconstruction d'un **cœur de village**, d'une connexion entre la montagne et la mer et d'une plateforme belvédère pour ouvrir le panorama vers la mer

Avis du tiers expert BRGM, concernant pertinence des scénarios retenus, des pondérations et notations définies ainsi que le Bilan Coûts/Avantages : « Les scénarios retenus par le pétitionnaire s'avèrent pertinents et le BCA transparent, valide et conforme (sur les critères de notation et les pondérations employées). »

Plan de Gestion et Plan de Conception de Travaux – stock de résidus

4 - Solutions de gestion

❑ Les résidus : principe de confinement sur site

- Reprofilage du massif : améliore la stabilité générale
- Création d'un profil plus doux
- Création de restanques : descente piétonne à la mer et végétalisation des talus
- Dallage du belvédère et végétalisation en bacs
- Gestion des eaux en phase travaux et post travaux
- Contrôle des impacts sur le milieu marin

Ouvrage de défense à la mer

- Lutte contre la montée des eaux et l'érosion (prise en compte du dernier rapport du GIEC)

Carnet d'entretien

- Mise en place d'un carnet d'entretien pour l'usage
- Suivi long terme du massif et de l'ouvrage à la mer
- Servitude d'usage sur l'ouvrage



Situation actuelle



Esquisse aménagement

Avis du tiers expert BRGM, concernant les mesures de gestion prévues au niveau du crassier de la parcelle B : « L'analyse critique du PCT et les réponses apportées lors de cette TE (voir chapitre 3) relève l'adéquation entre les mesures de gestion envisagées et les enjeux au stade d'étude avant-projet (AVP) »

Développement d'un projet de territoire durable et démonstrateur

1 - Biodiversité :

Faune : Protection et restauration (conservation et adaptation des habitats existants (chiroptères), création d'habitats, ...)

Flore : sélection d'espèces compatibles avec les objectifs de développement durable et de biodiversité

2 - Adaptation au changement climatique (désimperméabilisation, loi ZAN, emploi de matériaux locaux et biosourcés, végétation adaptée pour créer des îlots de fraîcheur, ...)

3 - Projet de bâtiment démonstrateur (énergie renouvelable, cycle de l'eau, ...)

4 - Démarche Quartier Durable Méditerranéen :

- co-construction / concertation avec les riverains (demandes, tiers lieux répondant aux attentes et cohérence avec le projet, ...)
- Ateliers pédagogiques, expositions, formations

5 - Label et certifications

6 - Subvention au fond de relance, support Région et Métropole (PUP)

7 - Partenaires académiques et associatifs



Oreillard



Guêpier d'Europe



Tarente de Maurétanie



RESPECT DES RÉFÉRENTIELS

Constituerait une première en PACA

LABELS VISÉS



Mesures et contrôle des impacts en phase chantier : Etat zéro Air

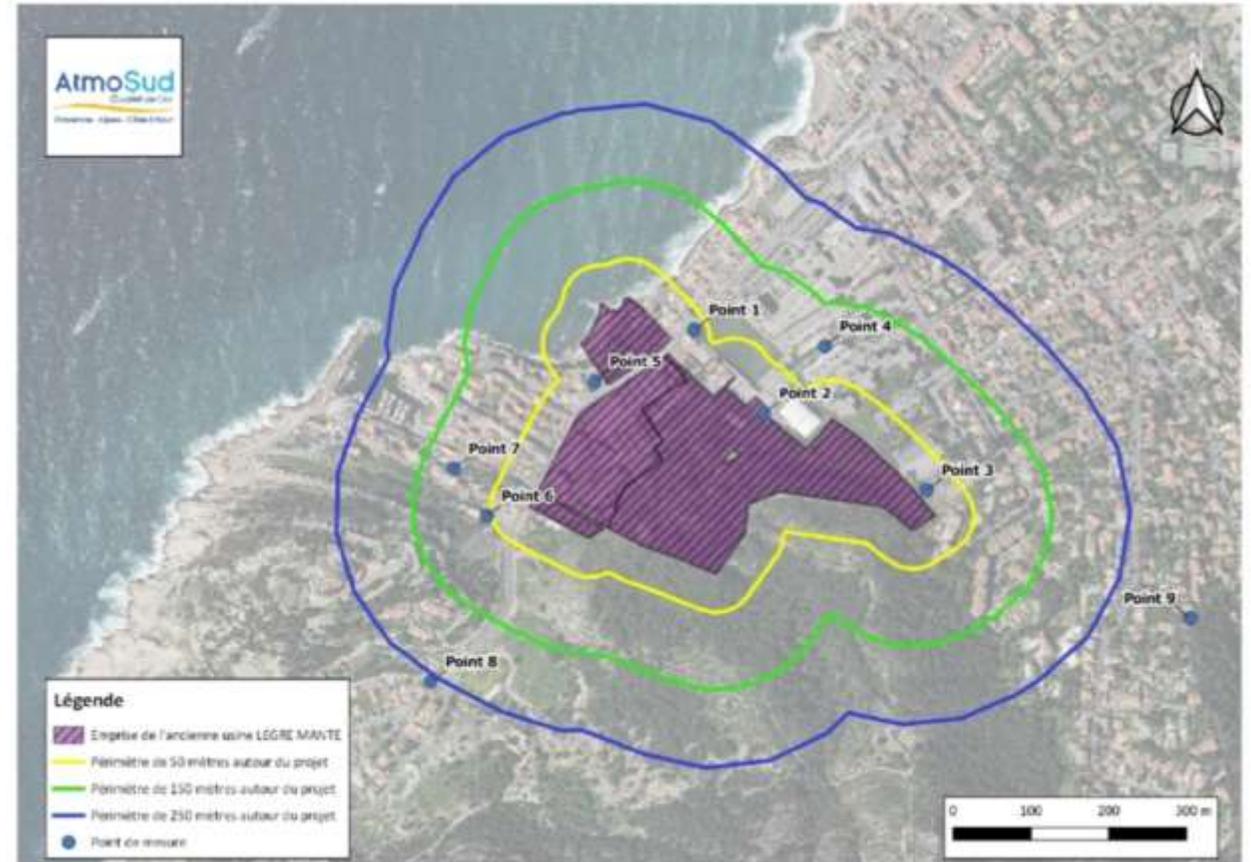
1 - Etat initial : Etat zéro avant travaux

Mesures de l'empoussièrement (AtmoSud) :

- Contrôle en continu, sur une année de surveillance
- Mesures des particules en suspension (PM 2,5 et PM 10)
- Mesures des particules sédimentables (9 jauges)
- Mesures des teneurs en métaux

Conclusions :

1. Pas d'impact en PM2,5 et PM10 par rapport aux autres stations de la Ville (et aux zones urbaines européennes)
2. Les dépôts de particules sédimentables sont inférieurs aux valeurs de références réglementaires
3. Etat zéro avant travaux robuste (un an de mesures)



Mesures et contrôle des impacts en phase chantier : Modélisation Air

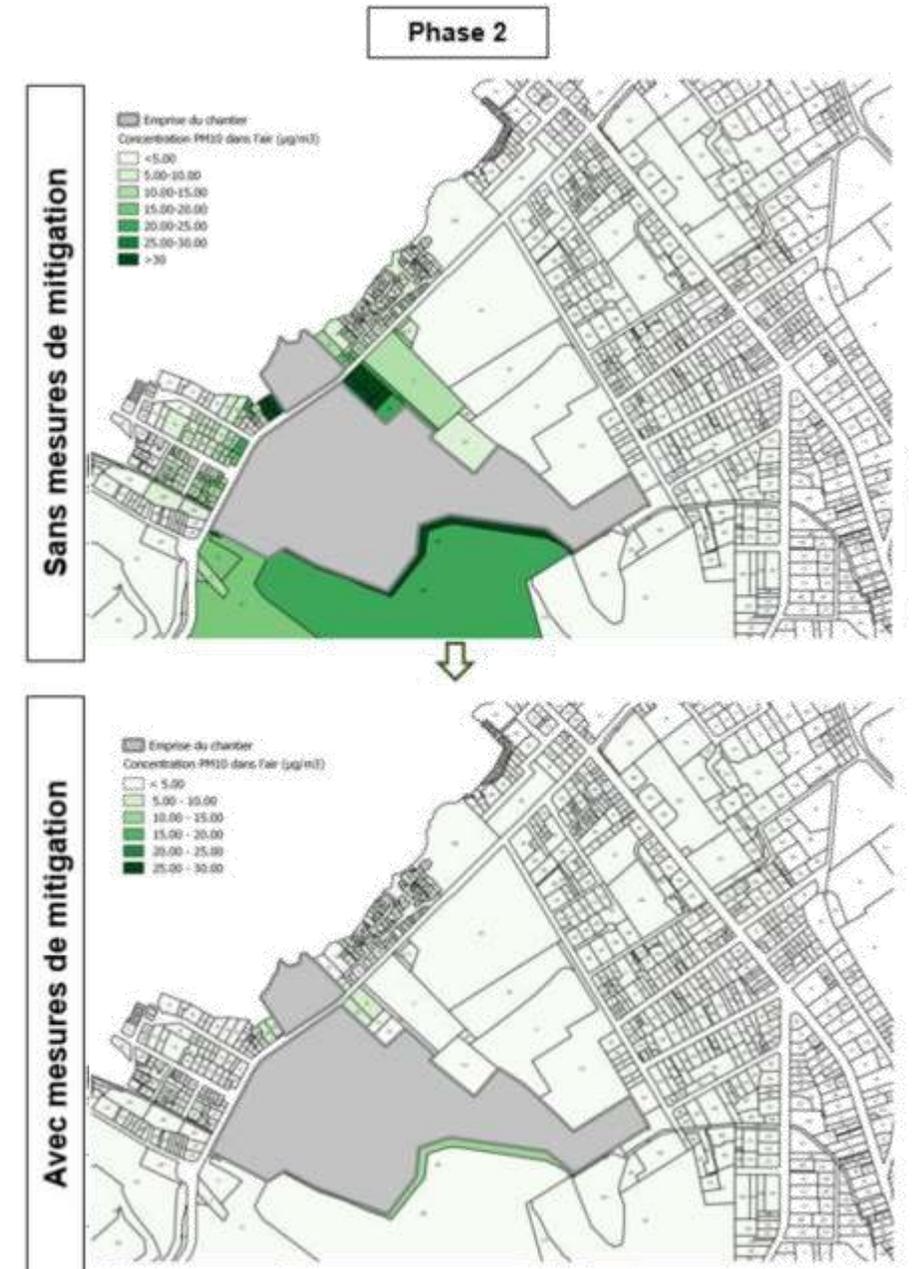
2 - Simulation des transferts de poussières en phase travaux (Fluydin)

- Modélisations 3D
- Analyse pour chaque phase de chantier
- Prise en compte de l'aérodologie locale et des données sur les 10 dernières années, les bâtiments etc...
- Modélisation avec toutes les vitesses de vent, avec et sans mesures d'atténuation

Conclusions :

1. Pas de risques sanitaires quelque soit les scénarii avec mesures de mitigation retenues et quelque soit le sens et les vitesses de vent.
2. Les mesures de gestion des poussières en phase chantier sont adaptées et performantes

Analyse critique spécifique « poussières » du tiers expert BRGM sur l'étude menée et les mesures de gestion de ces « poussières » envisagées en phase chantier : « Les études relatives aux envols de poussières en phase chantier et leurs impacts potentiels sur les parcelles riveraines attenantes au projet de réaménagement sont adaptées aux enjeux, à la problématique posée et sont valides et conformes »

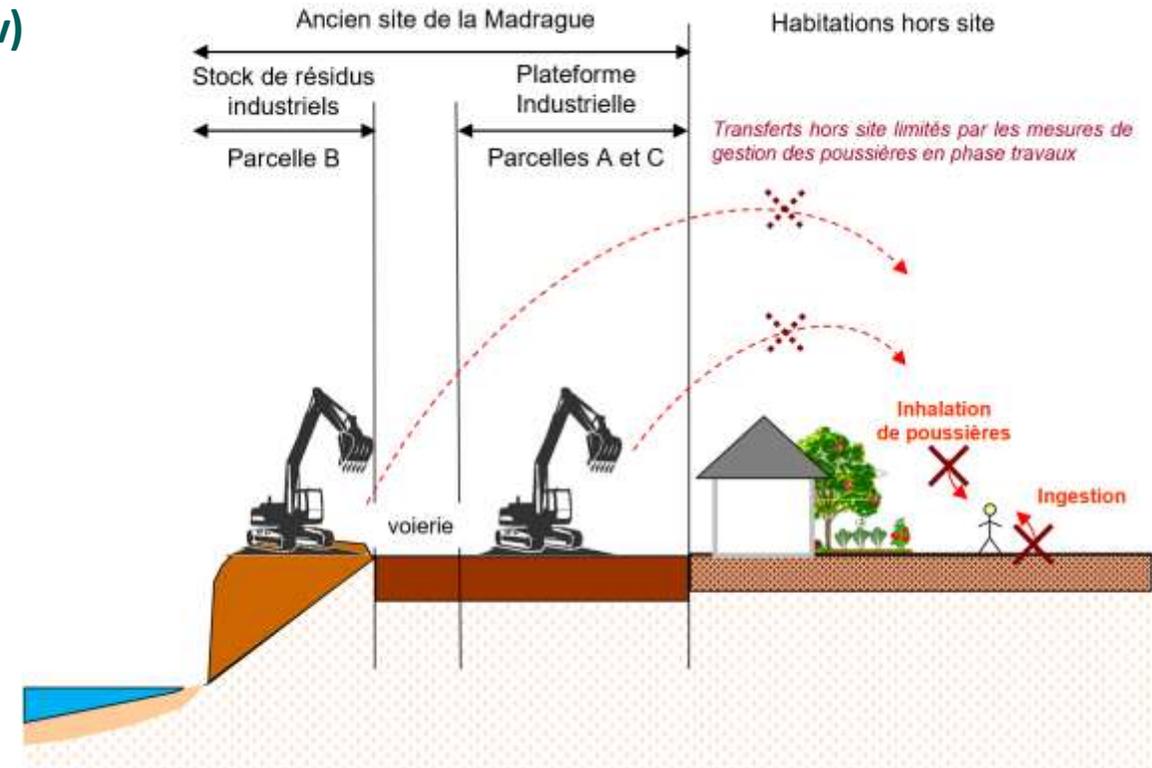


Mesures et contrôle des impacts en phase chantier : EQRS Poussières

3 - Etude de risque sanitaire sur base actuelle et prédictive (ERG Env)

Conclusions :

1. Pas de risque sanitaire pour les riverains en phase travaux et post travaux
2. EQRS réalisée sur la base d'une modélisation exhaustive de l'impact chronique de l'ensemble du chantier toutes conditions météorologiques confondues (données ATMOSUD et METEOFRANCE intégrées)
3. Validation des mesures de gestion des poussières prévues en phase chantier



*Avis du tiers expert BRGM concernant l'étude de risques « poussières » :
« L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaire démontre la compatibilité de l'état des milieux avec les usages, en phase chantier comme après les travaux. Cette approche, volontairement conservatrice et sécuritaire, est valide et conforme »*

Mesures de gestion en phase chantier

4. Nombreux dispositifs

- Arrosage des pistes et brumisation des zones en activité,
- Utilisation de liant cellulosique (pour limiter les surfaces ouvertes)
- bâchage des camions, systèmes d'aspiration et tentes optionnelles
- Limitation des vitesses de circulation et distances parcourues,
- Lavage des roues des engins qui sortent
- Phasage des travaux quotidiens en fonction des conditions de vent
- Limite de vent à 50 km/h pour les travaux
- Gestion des eaux de ruissellement : débouage, filtration et rejet
- Gestion des accès – entrée / sortie : Pas de travaux de terrassement en été et Horaires adaptés
- Un logigramme de mesures graduelles et d'intervention (avec point d'arrêt et protocole de reprise).



Rampe de brumisation



Bâchage de camions



Liant cellulosique pour fixer les poussières au sol



Avis du tiers expert BRGM :

« Les études relatives aux envols de poussières en phase chantier et leurs impacts potentiels sur les parcelles riveraines attenantes au projet de réaménagement sont adaptées aux enjeux, à la problématique posée et sont valides et conformes. »

Mesures et contrôles en phase chantier

☐ Les Sols :

1. Réception de la qualité résiduelle des sols après purge des pollutions concentrées
2. Traçabilité des matériaux recyclés sur site et diagnostic post-travaux pour conservation en mémoire
3. Contrôle de la mise en place des mesures constructives



☐ Les Eaux Souterraines :

1. Surveillance de la qualité des eaux souterraines pendant les travaux
2. En fonction des résultats poursuite en post travaux

☐ Le milieu marin :

1. Contrôle de la qualité des eaux marines pendant les travaux sur la parcelle B (reprofilage du massif et enrochement)

☐ Pendant la démolition et le désamiantage :

- travaux encadrés par la réglementation amiante
- sous le contrôle de l'inspection du travail et de la Carsat
- suivi de la qualité de l'air par un laboratoire indépendant



Suivi et contrôle de la qualité de l'air et des poussières en phase chantier

Dimensionnement AtmoSud basé sur les surveillances 2017 et 2019-2020

- Prise en compte : des résultats des précédentes campagnes

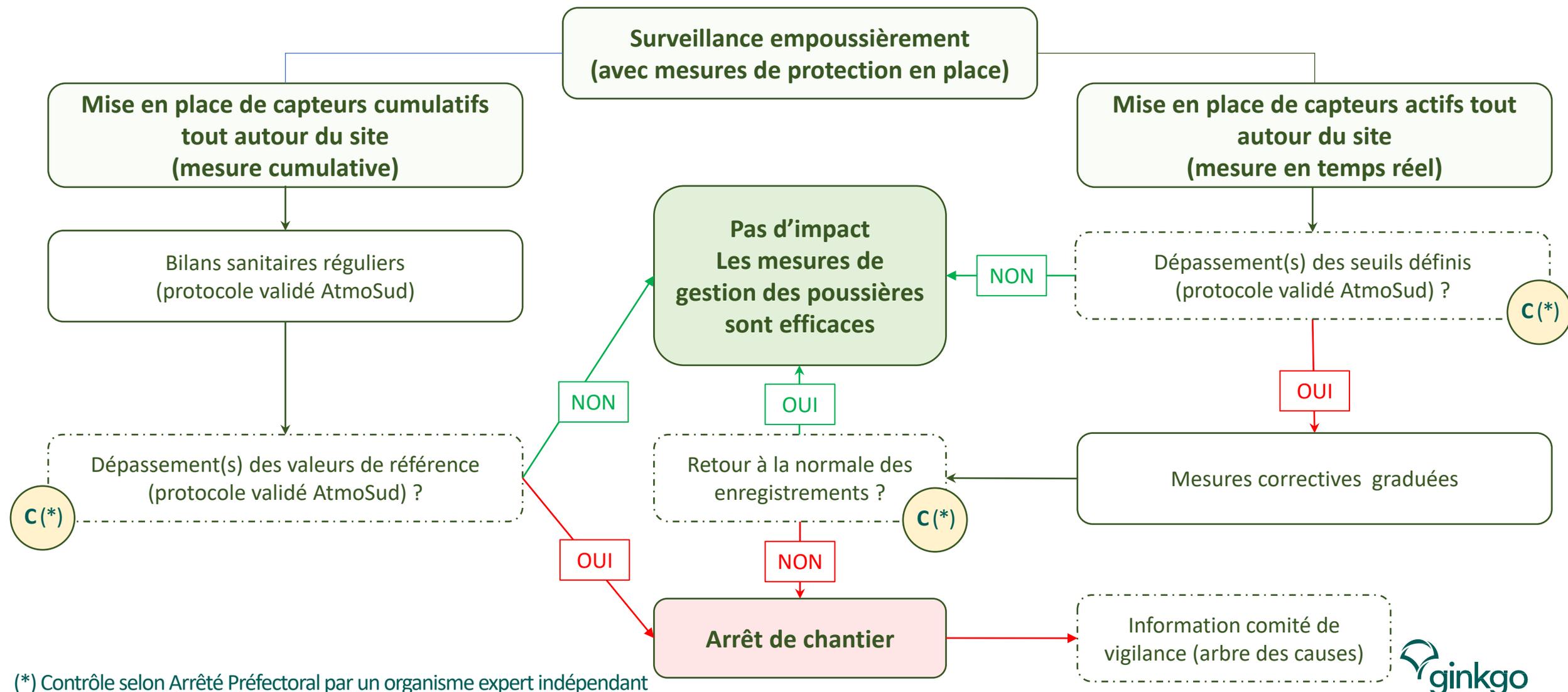
- Programme de surveillance pendant travaux de terrassement
 1. Suivi continu : poussières et métaux particuliers (AA)
 2. Suivi des poussières (en AA)
 3. Suivi des métaux dans les retombées atmosphériques



Données disponibles et consultables librement :

- AtmoSud : résultats en ligne
- Consultation libre : accès aux données en ligne
- Comité de vigilance : intervention possible à tout moment
→ modification/adaptation du protocole

Modalités de contrôle et d'actions sur la qualité de l'air et des poussières en phase chantier



(*) Contrôle selon Arrêté Préfectoral par un organisme expert indépendant

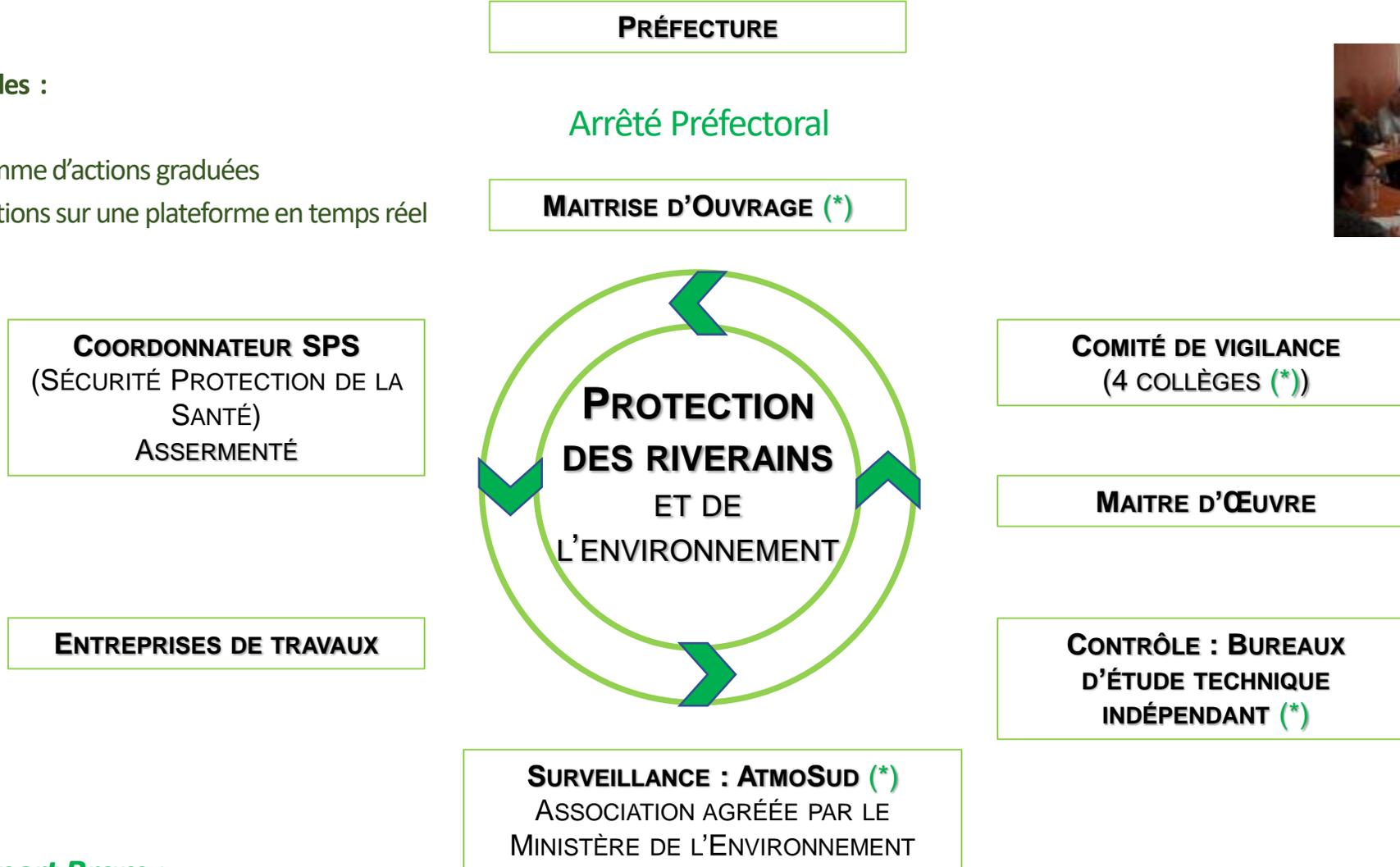
Protocole de surveillance, contrôle et suivi des impacts

Surveillances et contrôles :

comité de vigilance

Validation d'un logigramme d'actions graduées

Remontée des informations sur une plateforme en temps réel



Avis du tiers expert Brgm :

« Les mesures et programmes de surveillance environnemental syn- et post-travaux sont pertinents, adaptés au contexte et valides et conformes. »