



LETOURNEUR CONSEIL SARL  
103 avenue Félix Faure  
75015 PARIS  
Tel : 01.78.16.45.10  
Fax : 01.78.16.45.19  
Email : contact@letourneur-conseil.com

GEMFI

AS 10, BW 2, 37 à 55, 57,  
74 à 75

Lieux-dits Cabot  
et les Cabelles  
**BERRE-L'ÉTANG/ROGNAC** (13)

## PLAN DE GESTION & ETUDE DE PROJET

Construction d'une plateforme logistique

1031-13-PG-1621

Décembre 2019



# SIGLES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise d'Énergie
AEP	Alimentation en Eau Potable
AFNOR	Association Française de la NORmalisation
AIPR	<b>Autorisation d'Intervention à Proximité des Réseaux</b>
AMO	<b>Assistance à Maîtrise d'Ouvrage</b>
ARR	Analyse des Risques Résiduels
ARS	Agence Régionale de Santé
ASPITET	<b>Apport d'une Stratification Pédologique à l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces</b>
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène, Xylènes
CAP	<b>Certificat d'Acceptation Préalable</b>
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CIRE	Cellule InterRégionale d'Épidémiologie
COFRAC	<b>COmité FRançais d'ACcréditation</b>
COHV	Composé Organo-Halogéné Volatil
COT	Carbone Organique Total
CPIS	<b>Conception d'un Programme d'Investigations et de Surveillance</b>
DAP	<b>Demande d'Acceptation Préalable</b>
DCE	<b>Directive Cadre sur l'Eau // Dossier de Consultation des Entreprises</b>
DDAE	<b>Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter</b>
DGPR	Direction Générale de la Prévention et des Risques
DGS	Direction Générale de la Santé
DPRI	Professions Réglementées de l'Immobilier
DREAL	<b>Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement</b>
ENG	<b>Estimation d'après le Nivellement Général</b>
EPD	<b>Estimation d'après de Plan Directeur</b>
ERI	Excès de Risque Individuel
ERS	Évaluation des Risques Sanitaires
EVAL	ÉVALuation environnementale
HAP	Hydrocarbure Aromatique Polycyclique
HCSP	Haut Conseil de la Santé Publique
HCT	HydroCarbures Totaux
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IEM	<b>Interprétation de l'État des Milieux</b>
IGN	Institut Géographique National (information géographique et forestière)
IO	Indice Organoleptique
IODP	Indice Organoleptique De Pollution
IPP	Installation Potentiellement Polluante
INERIS	Institut <b>National de l'Environnement Industriel et des Risques</b>
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LEVE	Prestation « Levée de doute »
LNE	<b>Laboratoire National de métrologie et d'Essais</b>
LO	Limite de Quantification
MEDDE	<b>Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie</b>
ml	mètre linéaire
MT	Métaux
MNT	Modèle Numérique de Terrain
NGF	Nivellement Géographique de la France
NOE	Norme de Qualité Environnementale
NRF	Nivellement général de la France
OMS	Organisme Mondial de la Santé
PCB	PolyChloroBiphényles
PCE	PerChloroÉthylène (= Tétrachloroéthylène)
PG	Plan de Gestion
PLU	Plan Local d'Urbanisation
PNSE	Plan National Santé Environnement
OD	Quotient de Danger
RIVM	RijksInstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SAGE	<b>Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux</b>
SDAGE	<b>Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux</b>
RNG	Raccordé au Nivellement Général
SIS	<b>Secteur d'Information sur les Sols</b>
SSP	Sites et Sols pollués
TCE	TriChloroÉthylène
TN	Terrain Naturel
TPH	Total Petroleum Hydrocarbons
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
XPER	eXPERtise
ZNIEFF	<b>Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique</b>

## RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Ce plan de gestion est mené pour le compte de la société GEMFI dans le cadre de la réalisation d'une plateforme logistique, sise au lieu-dit CABOT à cheval sur les territoires communaux de BERRE-L'ÉTANG et de ROGNAC (13). Le terrain soumis à l'étude, d'une superficie d'environ 12 ha, occupe les parcelles BW 2, 37 à 55, 57, 74, 75 (Rognac) et AS 10 (Berre-l'Étang). **L'ensemble** de la zone est répertorié en tant qu'Installation Classée pour la **Protection de l'environnement** (ICPE) depuis 1864 pour des activités de **stockage de produits chimiques, de construction d'hydravion et de production de noir de carbone**.

L'emprise correspond actuellement à une friche industrielle. La quasi-totalité des superstructures a été démantelée. **Seules restent aujourd'hui les infrastructures, deux bâtiments (anciens locaux administratifs et ancien poste de filtration) ainsi qu'un bassin de décantation et un bassin d'orage.**

L'observation des photographies aériennes de l'IGN et de **Google Earth** ainsi que **l'étude des diagnostics** antérieurs ont permis de mettre en évidence la présence de nombreuses installations potentiellement polluantes (bacs de stockage de produits pétroliers, des aires de stockages de divers produits, des **bâtiments techniques, une centrale électrique, une cuve enterrée...**). **L'emprise d'étude s'inscrit au droit de la zone pétrochimique de Berre et de la zone d'activité des CABELLES.** Tout le secteur peut être considéré comme potentiellement impacté en pollutant **du fait de la présence d'une soixante d'ICPE dont huit ayant fait l'objet d'actions des services de l'État** (sites « BASOL »).

Dans le cadre de la **cessation d'activité, l'emprise du site a fait l'objet de plusieurs études** environnementales. Celles-ci ont révélé la présence d'impacts, notamment en hydrocarbures dans les sols, les eaux souterraines, les eaux superficielles et les sédiments. Suite aux travaux de réhabilitation, des **servitudes d'utilités publiques** ont été mises en **place imposant des restrictions d'usage sur les sols, les eaux souterraines, les résurgences...**

**La zone d'étude est située à proximité immédiate de l'Étang de Berre,** lequel correspond à l'exutoire du bassin versant accueillant les usines pétrochimiques. **À ce niveau l'étang est classé en état écologique moyen.** Ce dernier est considéré comme vulnérable vis-à-vis du projet notamment du fait de l'existence de rejets directs en provenance du site et des sites voisins. Il est par ailleurs associé à une zone protégée et une zone de loisir (pêche, baignade et activités nautiques). Le site est également localisé au pied des buttes de Barjaquets dont la géologie correspond à une alternance de marnes et de calcaires indurés. Ces formations sont aquifères. Ainsi elles sont considérées comme vulnérables vis-à-vis d'un transfert de pollution verticale et latérale notamment via les fissures du calcaire et la circulation d'eau.

Lors des investigations de terrain, 84 sondages ont été réalisés à la pelle mécanique. Ils ont été descendus entre 0,5 et 4,00 m de profondeur. 110 échantillons de sol **ont été soumis à l'analyse des** polluants utilisés sur site. Les terrains rencontrés correspondent à des remblais hétérogènes reposant sur une alternance d'argiles et de calcaires. À noter que de nombreux refus ont été subis sur les calcaires. Des **indices organoleptiques correspondant à des colorations noires et à des odeurs d'hydrocarbures** ont été mis en évidence.

La **vérification de l'état des piézomètres** sur site a permis de mettre en évidence que le réseau de **surveillance est hors d'usage.** Ainsi, celui-ci a été rétabli via la pose de 3 piézomètres à 15 m de profondeur complété par un piézomètre descendu à 8 m de profondeur à la foreuse mécanique équipée d'un marteau fond de trou.

De plus, 43 piézaires ont été descendus entre 1 et 4 m de profondeur au droit de la future plateforme logistique. 86 échantillons d'air du sol ont été soumis à l'analyse des composés organiques et 86 échantillons au mercure volatil (hors blancs de chantier et blancs de transport).

**Pour l'usage futur du site :**

- Les analyses sur les sols et les gaz de sol **ont révélé la présence d'impacts en polluants** organiques au droit de la future plateforme logistique et des futurs espaces paysagers. Un impact diffus en éléments traces métalliques est également observé ;
- Les analyse sur les gaz de sol témoignent du caractère non volatil du mercure ;
- Le relevé des **niveaux d'eau** a permis de mettre en évidence la présence de 1 m de flottant dans les eaux souterraines au droit de l'ancien réseau de surveillance.



Néanmoins malgré ces impacts, les terres du site sont réputées compatibles avec l'usage projeté sous réserve que les terres du site soient recouvertes (terre végétale, dalle, voirie, etc.). En effet, l'analyse des risques résiduelles a révélé des niveaux de risques acceptables pour l'inhalation de vapeur.

Pour la gestion des spots de pollution, un seuil de réhabilitation en HCT C10-C40 a été imposé par la Préfecture du Bouches-du-Rhône pour le site CABOT (seul paramètre avec un seuil). Néanmoins, des concentrations supérieures à ce seuil ont été observées. Une étude statistique a permis de déterminer des seuils pour les autres composés. Il ressort qu'un volume de terre en place compris entre 10 100 et 12 300 m<sup>3</sup> présente des concentrations supérieures aux seuils de coupure.

La mesure de gestion retenue pour isoler ces terres présentant les plus forts impacts correspond à l'encapsulation sur site.

Nous attirons votre attention sur l'absence d'information sur environ 16 000 m<sup>3</sup> de terres en place.

Des investigations complémentaires seront à diligenter notamment sur :

- Les eaux des actuels bassins afin de définir leur devenir ;
- Les sols lors des mouvements de déblais / remblais au droit des zones avec absence de connaissance.

En cas d'évacuation de terres en dehors du site, des analyses supplémentaires devront être réalisées sur les sols afin de permettre leur acceptation en centre de stockage dans le respect de l'arrêté du 12/12/2014.

Nous vous rappelons également la présence de :

- Matériaux amiantés enfouis dans les sols nécessitant des travaux de dépollution par une entreprise spécialisée ;
- Nombreuses canalisations encore en place nécessitant des travaux de retrait dans les règles de l'art.

Pour finir, il est fort probable que les pollutions mises en évidence sur le site CABOT aient migré dans l'Étang de Berre situé en aval hydraulique immédiat du site. Seule une interprétation des milieux (IEM) permettra de statuer sur ce point.

## RÉSUMÉ TECHNIQUE

Client	GEMFI
Description globale du site	<ul style="list-style-type: none"> <li>Localisation : Lieux-dits CABOT et Cabelles – BERRE-L'ÉTANG et ROGNAC (13)</li> <li>Références cadastrales : AS 10 (Berre-l'Étang) BW 2 ; 37 à 55 ; 57 ; 74 et 75 (Rognac)</li> <li>Superficie : 126 056 m<sup>2</sup></li> <li>Occupation actuelle : Friche industrielle - Ancien dépôt pétrolier et ancienne fabrique de noir de carbone</li> <li>Topographie : Déclivité vers le Sud, pente moyenne de 4 à 5 % (de 24 à 2 m NGF environ)</li> </ul>
Contexte de l'étude et projet	Cette étude est réalisée dans le cadre de la <b>construction d'une plateforme</b> logistique reposant sur une dalle béton avec parking extérieur et espaces verts paysagers.
Documents transmis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implantation des rejets dans l'étang de Vaine de Gordes à Rognac au 1/2000e du 16/01/2006 ;</li> <li>Rapport d'investigations sur les sols et eaux souterraines n°43722483 du 17/09/2010 réalisé par la société URS ;</li> <li>Rapport de diagnostic de pollution des sols n°F13T1/10/1041 du 28/09/2010 réalisé par la société SOCOTEC ;</li> <li>Rapport préliminaire de fin de travaux de réhabilitation n°46310076 du 21/06/2011 réalisé par la société URS ;</li> <li>Le plan de géomètre (planche 1 et planche 2) à l'échelle 1/500ème réalisé par la SCP Fraisse – Arnel -de Combarieu de l'état des lieux daté de janvier 2010 ;</li> <li>Procès-verbal du 07/01/2019 de l'inspection de l'environnement ;</li> <li>Arrêté préfectoral du 04/03/2010 ;</li> <li>Arrêté préfectoral du 08/06/2011 ;</li> <li>Courrier de la DREAL du 27/06/2011 ;</li> <li>Arrêté préfectoral du 31/07/2014 ;</li> <li>Photographies de visite de site du 26/09/2017 ;</li> <li>Photographies des piézomètres et visite de site du 14/06/2018 ;</li> <li>Plan d'implantation du projet, ind A au 1/2000e daté du 10/12/2018 réalisé par ARCHITECTURE ESPACE ;</li> <li>Le plan du projet phase étude à l'échelle 1/500ème réalisé par CAZAL et daté du 08 janvier 2019 ;</li> <li>Procès-verbal de constat de travaux au sens des dispositions de l'article R 512-39-3 du Code de l'environnement (lettre DREAL du 17/01/2019) ;</li> <li>Plan du bâtiment au 1/500e non daté réalisé par CAZAL ;</li> <li>Plan du bâtiment au 1/500e, non daté réalisé par CAZAL avec zones de déblais et zones de remblais ;</li> <li>Axonométrie du projet, sans date, sans échelle, sans auteur.</li> </ul>
Résumé des études antérieures	<p>Les études réalisées indiquent la présence d'une activité pétrochimique dès 1956. La société Cabot a arrêté ses activités en 2009.</p> <p>De nombreux impacts en hydrocarbures ont été détectés sur les sols et les eaux souterraines. Du produit pur en phase flottante est par ailleurs observé par endroit.</p> <p>Les travaux de dépollution menés en 2011 ont permis l'évacuation des terres les plus impactées (3 500 t environ). Malgré cela, des concentrations résiduelles non négligeables sont présentes (jusqu'à 2 600 mg/kg en HCT C10-C40).</p> <p>L'analyse des risques résiduels menée sur la base de ces concentrations résiduelles montrent toutefois des niveaux de risques acceptables pour un usage non sensible.</p>
Description de la mission	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer si des impacts résiduels significatifs demeurent sur site au droit du projet afin de vérifier la compatibilité entre l'état du site et l'usage prévu ;</li> <li>Déterminer la méthodologie de gestion des terres éventuellement encore polluées et/ou leurs réutilisations sous forme de remblais.</li> </ul>

Codification des prestations globales	<p><u>1<sup>ère</sup> phase</u> : INFOS &amp; DIAG : Evaluation environnementale des sols et des eaux souterraines lors d'une vente/acquisition d'un site.</p> <p><u>2<sup>ème</sup> phase</u> : PG : <b>Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation d'un ancien site industriel</b></p> <p><u>3<sup>ème</sup> phase</u>: Étude de dimensionnement des travaux</p>
Codification des prestations élémentaires	<p><u>1<sup>ère</sup> phase</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A100 : Visite de site ;</li> <li>• A110 : Etudes historiques, documentaires et mémorielles ;</li> <li>• A120 : Etude de vulnérabilité des milieux ;</li> <li>• A130 : Définir un programme prévisionnel d'investigations sur la base du schéma conceptuel ;</li> <li>• A200 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols ;</li> <li>• A270 : Interprétation des résultats.</li> </ul> <p><u>2<sup>ème</sup> phase</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A130 : Définir un programme prévisionnel d'investigations sur la base du schéma conceptuel ;</li> <li>• A210 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines ;</li> <li>• A230 : Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol ;</li> <li>• A320 : Analyse des enjeux sanitaires ;</li> <li>• A330 : Bilan coûts / avantages.</li> </ul> <p><u>3<sup>ème</sup> phase</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B130 : Etude de projet de travaux.</li> </ul>
Visite du site	<p>La visite de site a été effectuée le 04 avril 2019 ainsi que lors des investigations sur les sols les 24, 25 et 26 avril 2019.</p> <p><b>L'emprise</b> est actuellement occupée par une friche industrielle correspondant à une ancienne usine pétrochimique. Seuls deux éléments bâtis persistent sur le site (anciens bureaux). Les sols du site sont soit végétalisés (enherbé, forêt) ou soit recouverts par de <b>l'enrobé ou une dalle</b> béton. De plus les fondations et planchers ferrallés des anciennes structures sont encore présents.</p> <p>Plusieurs Installations Potentiellement Polluantes (IPP) ont été mises en évidence, il s'agit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des anciennes installations pétrochimiques (actuellement démantelées) ;</li> <li>• Du <b>bassin d'orage</b> ;</li> <li>• Du bassin de décantation ;</li> <li>• D'une <b>citerne dont l'utilisation est indéterminée</b> ;</li> <li>• Des nombreux regards et des réseaux encore enterrés.</li> </ul> <p>Plusieurs actions de mise en sécurité du site sont émises :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Barriérage de la zone ;</li> <li>• <b>Création d'un</b> nouveau réseau de surveillance des eaux souterraines ;</li> <li>• <b>Interdiction d'accès</b> aux résurgences des eaux souterraines ;</li> <li>• Démantèlement des infrastructures.</li> </ul>
Étude historique	<p>La <b>zone d'étude s'inscrit au</b> droit de la zone pétrochimique de <b>l'Étang de Berre</b>. Aujourd'hui à l'état de friche, la zone faisait partie intégrante du complexe pétrochimique.</p> <p>La zone d'étude est référencée en tant qu'Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (BASIAS et BASOL).</p> <p>Le début des activités date de 1864 par du stockage de produits chimiques (non retrouvé sur les images d'archives). <b>L'année 1956</b> marque le <b>début de l'activité industrielle</b> de CABOT correspondant à la production de noir de carbone. <b>C'est en 2007</b> que la zone est référencée pour industrie chimique.</p> <p>Les activités cesseront en 2010. <b>L'étude</b> historique menée en 2009 sur site par URS a révélé que des déversements de polluants se sont produits durant <b>l'exploitation</b> du site. De plus, le prospect aurait subi une dégradation de son sous-sol et des eaux souterraines en provenance des industries voisines.</p>



	<p>En ce qui concerne les eaux souterraines, une barrière hydraulique en amont du site CABOT a été mise en place en 2008 afin de ne plus impacter <b>l'assiette du projet</b>. Tout le secteur industriel est dorénavant soumis à une surveillance de la qualité des eaux souterraines.</p> <p>Les abords sont à vocation industrielle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les zones Nord et Ouest présentent de nombreuses installations pétrochimiques (en <b>fonctionnement ou l'arrêt</b>) ;</li> <li>• La zone Est correspond à la zone industrielle des CABELLES recensant nombreuses industries de traitement et stockage de déchets, de carrosserie...</li> </ul> <p>Seul le secteur Sud ne présente pas de risque de pollution. <b>D'après l'étude</b> historique et documentaire, les potentielles sources de pollution correspondent à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>L'ensemble des aires de stockages au droit du site d'étude ;</b></li> <li>• <b>L'ensemble des installations pétrochimiques au droit du site d'étude ;</b></li> <li>• Les différents bassins ;</li> <li>• Les différentes citernes et cuves de stockage au droit du site <b>d'étude</b> ;</li> <li>• Les remblais <b>potentiellement présents sur l'ensemble du site pouvant abriter</b> différentes sortes de pollutions anthropiques ;</li> <li>• Le parc BRUNI NORD (dépôt pétrochimique) situé en amont hydraulique du site.</li> </ul>
<p>Étude de vulnérabilité</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Géomorphologie : Pied des collines de Barjaquets / Proximité Étang de Berre</li> <li>• Géologie : Remblais sur calcaires et marnes du Bégudien</li> <li>• Hydrogéologie : <b>Nappe d'eau peu</b> profonde dans les calcaires du Bégudien</li> <li>• Hydrologie : Étang de Berre situé à 20 m au Sud en aval hydraulique</li> <li>• Zone inondable : Le <b>site n'est</b> pas classé en zone inondable</li> <li>• Ouvrages/Zones sensibles environnants : pêche et activités de loisirs pratiquées <b>dans l'Étang de Berre</b></li> <li>• Zone naturelle protégée : Étang de Berre (ZNIEFF Type II) à 20 m au Sud</li> <li>• Zone humide : Probable zone humide sur <b>site (à confirmer à l'aide d'un diagnostic</b> ultérieure)</li> <li>• Carrières : Le site <b>n'est</b> pas localisé au droit <b>d'une</b> ancienne carrière</li> <li>• Vulnérabilité : l'environnement du site peut être considéré comme sensible et vulnérable (notamment les sols, les eaux souterraines, les zones protégées).</li> </ul>
<p>Programme d'investigation</p>	<p>Le schéma conceptuel permet de visualiser la concomitance de trois éléments pouvant générer un risque : une source de pollution, une voie de transfert <b>et/ou d'exposition</b>, des cibles. Dans le cas présent nous pouvons identifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Source</u> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marquages en composés organiques dans les sols ;</li> <li>○ Impact en métaux dans les sols ;</li> </ul> </li> <li>• <u>Transfert</u> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inhalation des composés organiques et/ou de mercure ;</li> </ul> </li> <li>• <u>Cibles</u> : Futurs employés du site.</li> </ul> <p>Un éventuel risque est donc possible. Le contact direct avec les sols n'est pas retenu car le projet prévoit le recouvrement total du site du site (plateforme, voirie, terre saine pour espace paysager).</p> <p><u>Programme d'investigation prévisionnel :</u> Pour le milieu sol, les sondages seront répartis afin de se renseigner sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La qualité des sols au droit des futurs bâtiments logistique ;</li> <li>• <b>L'état</b> actuel des zones ayant fait <b>l'objet de</b> travaux de dépollution ;</li> <li>• La qualité des sols au droit des zones <b>d'ombres du site</b> où aucune <b>investigation n'a</b> été menée.</li> </ul>

Investigations réalisées	<p><u>Pour les sols :</u> 84 sondages ont été réalisés lors des investigations de terrain :</p> <p>Au droit du futur bâtiment :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 17 sondages ont été descendus entre 0,00 et 1,00 m de profondeur ;</li> <li>• 35 sondages ont été descendus entre 1,00 et 2,00 m de profondeur ;</li> <li>• 10 sondages ont été descendus entre 2,00 et 3,00 m de profondeur ;</li> <li>• 7 sondages ont été descendus entre 3,00 et 4,00 m de profondeur ;</li> </ul> <p>Au droit des espaces extérieurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 sondages ont été descendus entre 1,00 et 2,00 m de profondeur ;</li> <li>• 3 sondages ont été descendus entre 2,00 et 3,00 m de profondeur ;</li> <li>• 5 sondages ont été descendus entre 3,00 et 4,00 m de profondeur ;</li> </ul> <p>61 sondages ont subi un refus lié à la géologie du terrain (banc calcaire induré très compacte) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 26 sondages initialement prévus à 4,00 m de profondeur ont subi des refus entre 0,50 et 3,00 m ;</li> <li>• 11 sondages initialement prévus à 3,00 m de profondeur ont subi des refus entre 0,50 et 2,00 m ;</li> <li>• 21 sondages initialement prévus à 2,00 m de profondeur ont subi des refus entre 0,50 et 1,90 m ;</li> <li>• 3 sondages initialement prévus à 1 m de profondeur ont été prolongés mais ont subi des refus entre 1,2 et 1,7 m.</li> </ul>
Programme analytique réalisé	<p><u>Dans les sols :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o 30 <b>paquets d'analyses sur brut</b> : 8 métaux + HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + HAP + BTEX</li> <li>o 80 <b>paquets d'analyses sur brut</b> : HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + HAP + BTEX</li> </ul>
<u>Observation in situ</u>	<p><u>Pour les sols :</u> Les sols correspondent à des remblais reposant sur des calcaires puis des marnes. Des indices organoleptiques correspondant à des colorations noires et à des odeurs <b>d'hydrocarbures ont été mis en évidence.</b></p> <p>Il est important de noter que des matériaux amiantés ont été découverts lors de la réalisation des sondages. Deux sondages de cette zone n'ont pas été réalisés.</p> <p><u>Pour les eaux souterraines</u> Le réseau de surveillance est hors d'usage. Un piézomètre présente 1 m de flottant.</p>
Résultats d'analyses	<p><u>Pour les sols :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présence d'<b>éléments</b> traces métalliques de manière diffuse (arsenic, cadmium, Chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc).</li> </ul> <p>Au droit de la future plateforme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 spots de pollutions avérés ;</li> <li>• 10 zones de marquages non négligeables ;</li> <li>• Des concentrations <b>à l'état de trace</b> en polluants organiques essentiellement dans <b>les remblais s'étendant dans la formation naturelle</b> sous-jacente.</li> </ul> <p>Au droit des futurs espaces verts paysagers :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 spot de pollution avéré ;</li> <li>• 4 zones de marquages non négligeables ;</li> <li>• Des concentrations <b>à l'état de trace</b> en polluants organiques essentiellement dans <b>les remblais s'étendant dans la formation naturelle</b> sous-jacente.</li> </ul>
Interprétation des résultats	<p>La présence de composés organiques volatils et de mercure (potentiellement volatil) est susceptible d'<b>e</b>ngendrer des risques sanitaires pour les futurs usagers du site.</p>

Schéma conceptuel	<p>Le schéma conceptuel permet de visualiser la concomitance de trois éléments pouvant générer un risque : une source de pollution, une voie de transfert <b>et/ou d'exposition</b>, des cibles. Dans le cas présent nous pouvons identifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Source</u> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marquages en composés organiques et en mercure dans les sols;</li> <li>○ Impact en métaux dans les sols ;</li> </ul> </li> <li>• <u>Transfert</u> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inhalation des composés organiques et/ou de mercure ;</li> </ul> </li> <li>• <u>Cibles</u> : Futurs travailleurs.</li> </ul> <p><u>Un éventuel risque est donc possible.</u></p>
Programme d'investigation	<p><u>Programme d'investigation prévisionnel :</u> Pour le milieu eau souterraine, les piézomètres seront répartis de manière à obtenir des informations en amont et en aval hydraulique du site et de manière à reconstituer le réseau de surveillance hors d'usage. Pour le milieu gaz de sol, les piézairs seront installés au droit de la future plateforme logistique de manière à cibler les zones avec absence d'information et les zones polluées mises en évidence avec les investigations sur les sols.</p>
Investigations réalisées	<p><u>Pour les eaux souterraines :</u> 4 piézomètres ont été réalisés lors des investigations de terrain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 piézomètres ont été descendus à 15 m de profondeur (réseau de surveillance) ;</li> <li>• 1 piézomètre a été descendu à 8 m de profondeur.</li> </ul> <p><u>Pour les gaz de sol :</u> 43 piézairs ont été réalisés au droit de la future plateforme logistique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 piézairs ont été descendus à 4 m de profondeur ;</li> <li>• 14 piézairs ont été descendus à environ 3 m de profondeur ;</li> <li>• 6 piézairs ont été descendus à 2 m de profondeur ;</li> </ul> <p>16 piézairs ont été descendus à 1 m de profondeur</p>
Programme analytique réalisé	<p><u>Pour les eaux souterraines :</u> Aucune analyse. Surveillance de la qualité des eaux souterraines imposée par arrêté préfectoral à la charge d'un autre bureau d'étude.</p> <p><u>Dans les gaz de sols :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 32 paquets d'analyses : TPH C5-C16 + BTEX-N</li> <li>• 54 paquets d'analyses : TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV</li> <li>• 86 paquets d'analyses : mercure</li> <li>• 4 blancs de chantier et 4 blancs de transport : mercure</li> </ul> <p>4 blancs de chantier et 4 blancs de transport : organiques</p>
<u>Observation in situ</u>	<p><u>Pour les gaz de sol :</u> De nombreuses arrivées d'eau ont été observées.</p>
Résultats d'analyses	<p><u>Pour les gaz de sols :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence d'impact en mercure volatil ;</li> <li>• Présence d'impact en composés organiques (TPH, BTEX, COHV, naphtalène).</li> </ul>
Interprétation des résultats	<p>Le mercure mis en évidence n'est pas volatil. La présence de composés organiques volatils est susceptible d'engendrer des risques sanitaires pour les futurs usagers du site.</p>

Schéma conceptuel	<p>Le schéma conceptuel permet de visualiser la concomitance de trois éléments pouvant générer un risque : une source de pollution, une voie de transfert <b>et/ou d'exposition</b>, des cibles. Dans le cas présent nous pouvons identifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Source</u> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Marquages en composés organiques dans les sols et les gaz de sol ;</li> <li>○ Impact en métaux dans les sols ;</li> </ul> </li> <li>• <u>Transfert</u> :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Inhalation des composés organiques ;</li> </ul> </li> <li>• <u>Cibles</u> : Futurs travailleurs.</li> </ul> <p><u>Un éventuel risque est donc possible.</u></p>
Analyse des enjeux sanitaires	<p>L'analyse des risques résiduel a considéré les voies d'exposition par inhalation, les autres voies d'exposition seront supprimées par les aménagements projetés.</p> <p>Les cibles prises en compte correspondent à des adultes travailleurs avec des temps d'exposition plus ou moins importants dans les bureaux ou les cellules de stockage.</p> <p>Dans tous les cas, les niveaux de risque sont acceptables et les valeurs modélisées sont nettement inférieures aux valeurs de référence de l'INRS pour la qualité de l'air ambiant sur les lieux de travail.</p> <p>L'état du site sera donc compatible avec l'usage prévu sous réserve de réalisation des aménagements prévus.</p>
Seuil de coupure	<p>Cette étude a permis de déterminer les seuils suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour les sols :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 500 mg/kg de MS pour les HCT C10-C40 (seuil recalculé) ;</li> <li>○ 100 mg/kg de MS pour les HCT C5-C10 ;</li> <li>○ 1 mg/kg de MS pour les BTEX ;</li> <li>○ 10 mg/kg de MS pour les HAP.</li> </ul> </li> <li>• Pour les gaz de sol :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 1 000 µg/l pour les TPH aliphatiques ;</li> <li>○ 30 µg/l pour les TPH aromatiques ;</li> <li>○ 25 µg/l pour les BTEX.</li> </ul> </li> </ul> <p>Il a été estimé un volume compris entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 100 m<sup>3</sup> de terres en place dépassant les seuils, en considérant le seuil de 5 000 mg/kg de MS pour les HCT C10-C40 ;</li> <li>• 12 300 m<sup>3</sup> de terres en place dépassant les seuils (seuils calculés sans tenir compte du seuil de la Préfecture) ;</li> <li>• 16 045 m<sup>3</sup> de terres en place dont la qualité n'est pas connue (refus lors des investigations sur les sols).</li> </ul>
Mesure de gestion	<p>Les mesures de dépollution in-situ ne sont pas retenues. La nappe d'eau souterraine est polluée notamment par les installations situées en amont hydraulique. Tant que la source de pollution impactant les eaux souterraines n'est pas retirée, les traitements in-situ ne seront pas efficaces.</p> <p>Deux mesures de gestion ont été étudiées pour la zone vadose :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le terrassement puis une évacuation en installation spécialisée des terres polluées ;</li> <li>• Le terrassement puis confinement sur site des terres polluées.</li> </ul> <p>L'encapsulation des terres polluées apparaît comme la mesure de gestion la plus favorable.</p>

<p>Étude de Projet</p>	<p>La mesure de gestion retenue est donc l'encapsulation sur site. Les travaux devront prendre en compte les spécificités du projet :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mouvement de déblais/remblais</li> <li>• Présence de terres fortement impactées</li> <li>• Création de la zone de confinement</li> <li>• Présence de sols induré</li> </ul> <p>L'objectif est d'assainir les sols situés sous le futur bâtiment et de créer une zone de stockage dans la partie basse du site qui devra être remblayée.</p> <p>Le volume à stocker est d'environ 12 300 m<sup>3</sup>.</p> <p>Le coût estimé est de 10 à 60 k€, notamment en fonction de la couverture d'étanchéification qui sera utilisée.</p>
<p>Conclusion</p>	<p>Plusieurs spots de pollution concentrée en composés organiques ont été observés avec des valeurs supérieures au seuil de réhabilitation imposé par la Préfecture ou aux seuils de coupures calculés. Il ressort également une pollution diffuse en éléments traces métalliques et en composés organiques. Néanmoins, ces concentrations ne sont pas de nature à présenter un excès de risque sanitaire sous réserve que les terres du site ne soient pas laissées à nu.</p> <p>De nombreux refus ont été subis du fait de la présence de bancs de calcaires indurés. <b>À ce jour le manque d'information s'étend sur environ 16 045 m<sup>3</sup> de terres en place au droit du futur bâtiment en considérant une arase de terrassement à 10 m NGF.</b> Une vigilance particulière sur ces zones devra être apportée en phase travaux.</p> <p><u>Pour la gestion des évacuations :</u> Dans le cas où les terres devaient être évacuées du site, au vu des observations de terrain, des résultats analytiques et de l'arrêté du 12 décembre 2014 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les terres présentant des concentrations en HAP supérieures à la valeur seuil <b>d'installation de stockage de déchets dangereux (ISDD)</b> seront à évacuer vers un centre de traitement adapté ou envoyé en incinération ;</li> <li>• Les terres présentant des concentrations en HCT C10-C40 supérieures à la valeur seuil <b>d'installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND)</b> seront à évacuer vers un centre de traitement adapté ou en installation de stockage de déchets dangereux (ISDD) ;</li> <li>• Les terres présentant des concentrations en HCT C10-C40 supérieures à la valeur seuil <b>d'installation de stockage de déchets inertes (ISDI)</b> seront à évacuer vers un centre de traitement adapté ou en installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND).</li> </ul> <p>Il est important de noter que seules les analyses sur les HCT C10-C40, HAP et BTEX ont été réalisées. Dans <b>le cas d'évacuation de terres, il sera nécessaire de réaliser des analyses complémentaires afin de remplir l'ensemble des conditions de l'arrêté du 12 décembre 2014.</b> Ces analyses porteront sur les critères suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur brut : Polychlorobiphényles (PCB), carbone organique total (COT) ;</li> <li>• Sur éluât : 12 métaux toxiques, fraction soluble, fluorures, chlorures, sulfates, carbone organique total (COT), indice phénol.</li> </ul> <p>Des analyses sur les COHV pour les sols pourraient être demandées également par les filières d'évacuation</p>
<p>Mesures à mettre en œuvre, préconisations</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en place de mesures de sécurité <b>et d'interdiction d'accès</b> au site aux <b>résurgences d'eaux souterraines</b> ;</li> <li>• La réalisation d'investigations complémentaires sur les eaux de surface afin de définir le devenir des eaux des actuels bassins avant leur suppression ;</li> <li>• <b>La réalisation d'investigations complémentaires</b> sur les sols en phase travaux (zone avec absence de donnée) ;</li> <li>• Retrait des anciennes canalisations.</li> </ul>

Points de vigilance	<ul style="list-style-type: none"><li>• Possible <b>présence d'une zone humide</b>. Il sera nécessaire de réaliser un diagnostic ultérieur ;</li><li>• Vérifier la présence de HAP et <b>d'amiante</b> dans les enrobés présents sur site ;</li><li>• Procéder à un traitement de la zone présentant les matériaux amiantés enfouis dans les sols ;</li><li>• <b>La présence d'IPP peut avoir impacté</b> les milieux à leur aplomb ;</li><li>• <b>D'autres spots de pollution</b> peuvent avoir échappé à nos investigations ;</li><li>• De nombreux sondages ont subi des refus (environ 16 045 m<sup>3</sup> non diagnostiqué) ;</li><li>• Les pollutions doivent migrer hors site. Une démarche IEM permettrait de statuer sur ce point.</li></ul>
---------------------	--

## SOMMAIRE

RÉSUMÉ NON TECHNIQUE.....	1
RÉSUMÉ TECHNIQUE .....	3
PRÉAMBULE .....	21
I. LE PROJET .....	24
II. <b>CONTEXTE D'INTERVENTION</b> .....	26
PREMIÈRE PHASE .....	27
III. SYNTHÈSE DOCUMENTAIRE.....	28
1. ARRÊTÉ DU 4 MARS 2010 (N°329-2008 A) .....	28
2. ÉVALUATION DES SOLS ET DES EAUX SOUTERRAINES (N°AIX-RAP-10-02677B) – URS -17 SEPTEMBRE 2010	29
3. DIAGNOSTIC DE POLLUTION DE SOL (N°F13T1/10/14-01) – SOCOTEC INDUSTRIES - 28 SEPTEMBRE 2010...	34
4. ARRÊTÉ COMPLÉMENTAIRE DU 8 JUIN 2011 (N°167-2011 PC).....	34
5. RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX DE RÉHABILITATION (N°PAR-RAP-11-06683B) – URS - 22 JUIN 2011 .....	35
6. COURRIER DE LA DREAL DU 27 JUIN 2011 .....	38
7. ARRÊTÉ DU 31 JUILLET 2014 (N°253-2014 SUP).....	38
8. SYNTHÈSE DES DIAGNOSTICS .....	39
IV. VISITE DU SITE .....	40
1. SITE SENSU STRICTO .....	42
2. MESURES IN SITU .....	52
3. PERSONNES RENCONTRÉES SUR SITE.....	53
4. CONSTATS DE VISITE .....	53
5. ABORDS DU SITE.....	55
V. ÉTUDE HISTORIQUE .....	57
1. SOURCES D'INFORMATION .....	57
2. ANALYSE DES PHOTOGRAPHIES ANCIENNES.....	57
2.1. Références des photographies aériennes .....	57
2.2. Description des clichés .....	58
2.3. Synthèse.....	61
3. RECENSEMENT DES INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT .....	63
3.1. Localisation des Installations Classées recensées aux abords du site .....	63
3.2. Informations générales concernant l'installation classée située au droit du site .....	65
3.3. Informations générales concernant les installations classées situées à moins de 200 m.....	68
4. NATURES DES POLLUANTS POTENTIELLEMENT PRÉSENTS .....	69
5. RECENSEMENT DES EVENEMENTS PYROTECHNIQUES.....	71
6. POTENTIEL RADON.....	71
7. CONTRAINTES LIÉES À DES RESTRICTIONS D'USAGE .....	72
8. CONCLUSION DE L'ÉTUDE HISTORIQUE .....	72
9. LIMITES DE LA RECHERCHE HISTORIQUE.....	75
VI. ÉTUDE DE VULNÉRABILITÉ .....	76
1. SOURCES D'INFORMATION .....	76



2.	CLIMATOLOGIE.....	76
3.	CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE .....	78
4.	TOPOGRAPHIE DU SITE ET CIRCULATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT.....	79
5.	CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	81
5.1.	Structuration générale .....	81
5.2.	Stratigraphie.....	82
5.3.	Perméabilité des terrains en surface .....	83
5.4.	Vulnérabilité des terrains .....	83
6.	HYDROGÉOLOGIE .....	83
6.1.	Les différentes nappes d'eau souterraines .....	83
6.2.	Profondeur de la première nappe d'eau souterraine .....	83
6.3.	Le dynamisme hydraulique .....	84
6.4.	Qualité des nappes d'eau souterraine .....	86
6.5.	Les captages d'alimentation en eau potable.....	86
7.	HYDROLOGIE .....	87
7.1.	Les cours et plans d'eau .....	87
7.2.	Les usages des eaux superficielles .....	89
7.3.	Qualité des cours d'eau.....	89
8.	ZONES PROTÉGÉES.....	90
9.	ZONES HUMIDES .....	92
10.	CONCLUSION DE L'ÉTUDE DE VULNÉRABILITÉ .....	94
11.	ÉTUDES DES ALÉAS.....	95
11.1.	Retrait / gonflement des argiles.....	95
11.2.	Inondation par remontée de nappe.....	96
11.3.	Inondation par débordement de cours d'eau .....	97
11.4.	Carrières .....	97
11.5.	Synthèse des aléas .....	98
VII.	LE SCHÉMA CONCEPTUEL POST ÉTUDES DOCUMENTAIRES.....	99
1.	LE PROJET.....	99
2.	MÉTHODE NATIONALE D'ÉVALUATION DES RISQUES.....	99
3.	LE SCHÉMA CONCEPTUEL INITIAL – ÉTAT ACTUEL .....	100
4.	TABLEAU RÉCAPITULATIF DES MILIEUX RETENUS.....	104
5.	LE SCHÉMA CONCEPTUEL INITIAL – ÉTAT PROJETÉ.....	105
VIII.	<b>LE PROGRAMME PRÉVISIONNEL D'INVESTIGATION POST DOCUMENTAIRE .....</b>	<b>108</b>
1.	POUR LE MILIEU SOL (A200).....	108
2.	POUR LE MILIEU EAU SOUTERRAINE (A210) .....	109
3.	PLAN D'IMPLANTATION .....	110
IX.	INVESTIGATIONS DE TERRAIN .....	112
1.	DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS.....	112
1.1.	Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux - Sécurité.....	112
1.2.	Sondages à la pelle mécanique .....	113
1.3.	Plan d'implantation .....	113
1.4.	Bruit de fond géochimique.....	116
1.5.	Plan analytique des sols .....	116
2.	OBSERVATIONS IN SITU.....	120
3.	LIMITES DE LA MÉTHODE .....	129
4.	OBJECTIFS QUALITÉ .....	129
5.	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES ÉCHANTILLONS DE SOLS.....	130



5.1.	Les valeurs sur sols bruts.....	130
5.2.	Interprétation des résultats d'analyses sur les sols bruts – Emplacement du futur bâtiment .....	133
5.3.	Interprétation des résultats d'analyses sur les sols bruts – Espaces extérieurs .....	136
6.	MÉTHODES ET INCERTITUDES DU LABORATOIRE .....	138
7.	LOCALISATION DES ANOMALIES.....	139
8.	INTERPRÉTATION DES RESULTATS D'INVESTIGATIONS .....	143
9.	ANALYSE DE LA COHÉRENCE DES RÉSULTATS .....	146
X.	Le SCHÉMA CONCEPTUEL POST INVESTIGATIONS SUR LES SOLS.....	147
1.	TABLEAU RÉCAPITULATIF DES SUBSTANCES RETENUES.....	147
2.	LE SCHÉMA CONCEPTUEL POST-INVESTIGATION .....	150
DEUXIÈME PHASE .....		153
XI.	LE PROGRAMME PREVISIONNEL D'INVESTIGATION COMPLEMENTAIRE .....	154
1.	POUR LE MILIEU EAU SOUTERRAINE (A210) .....	154
2.	POUR LE MILIEU GAZ DE SOL (A230).....	154
3.1.	Réalisation des ouvrages.....	154
3.2.	Prélèvement des échantillons et analyses .....	154
3.	PLAN D'IMPLANTATION .....	155
XII.	INVESTIGATIONS DE TERRAIN COMPLEMENTAIRES .....	157
1.	DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS.....	157
1.1.	Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux - Sécurité.....	157
1.2.	Piézomètre .....	157
1.3.	Piézair .....	158
1.4.	Plan d'implantation.....	158
1.5.	Plan analytique des gaz du sol .....	161
2.	OBSERVATIONS IN SITU .....	170
3.	LIMITES DE LA MÉTHODE .....	173
3.1.	Réalisation des forages .....	173
3.2.	Les eaux souterraines.....	173
3.3.	Les gaz de sol.....	174
4.	OBJECTIFS QUALITÉ .....	174
5.	ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES SUR LES ÉCHANTILLONS DE GAZ DU SOL.....	174
5.1.	Les blancs de chantier et les blancs de transport .....	175
5.2.	Les résultats d'analyses pour les composés organiques .....	176
5.3.	Les résultats d'analyses pour le mercure volatil .....	191
6.	MÉTHODES ET INCERTITUDES DU LABORATOIRE .....	193
7.	LOCALISATION DES ANOMALIES.....	194
8.	INTERPRÉTATION DES RESULTATS D'INVESTIGATIONS .....	197
9.	CORRELATION DES RÉSULTATS SUR LES MATRICES SOLS ET GAZ DE SOL AU DROIT DE LA FUTURE PLATEFORME LOGISTIQUE .....	198
XIII.	Le SCHÉMA CONCEPTUEL POST INVESTIGATION SUR LES GAZ DE SOL.....	200
1.	TABLEAU RÉCAPITULATIF DES SUBSTANCES RETENUES.....	200
2.	LE SCHÉMA CONCEPTUEL.....	204
XIV.	SEUILS DE COUPURE ET DE RÉHABILITATION.....	207
1.	DONNÉES D'ENTRÉE .....	207
2.	RECHERCHE DE POLLUTION DITE CONCENTREE.....	208
2.1.	Répartition des concentrations en polluants dans les sols .....	208



2.2.	Détermination de la distribution des polluants dans les sols au droit du site d'étude.....	211
2.3.	Répartition des concentrations en polluants dans les gaz de sol.....	214
2.4.	Détermination de la distribution des polluants dans les gaz du sol au droit du site d'étude .....	217
3.	<b>DÉTERMINATION DES SEUILS DE COUPURE</b> .....	220
3.1.	Quantification de la masse de polluant dans les sols.....	220
3.2.	Localisation des impacts.....	227
XV.	<b>ÉVALUATION PRÉDICTIVE DES RISQUES SANITAIRES</b> .....	228
1.	<b>DESCRIPTION DES SCÉNARIOS RETENUS ET DES VOIES D'EXPOSITION</b> .....	228
1.1.	Vis-à-vis des polluants non volatils .....	228
1.2.	Vis-à-vis des polluants volatils.....	228
1.3.	Scénarios non développés.....	229
1.4.	Justification des modèles utilisés .....	229
2.	<b>CARACTÉRISTIQUES DU SOL ET DES BÂTIMENTS</b> .....	229
3.	<b>CONCENTRATIONS RETENUES</b> .....	229
4.	<b>RELATION DOSE-RÉPONSE DES POLLUANTS RETENUS</b> .....	230
5.	<b>DESCRIPTION DES ENJEUX – POPULATIONS CIBLES</b> .....	231
6.	<b>RÉSULTATS DES CALCULS DE L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES</b> .....	231
7.	<b>INCERTITUDES</b> .....	233
7.1.	Choix des substances .....	233
7.2.	Toxicité des composés .....	233
7.3.	Paramètres d'exposition et corporels .....	233
7.4.	Mesures des gaz du sol .....	233
7.5.	Paramètres des modèles .....	233
7.6.	Paramètres physico-chimiques des substances .....	234
7.7.	Paramètres des sols .....	234
7.8.	Incertitudes sur les mesures .....	234
7.9.	Incertitudes liées aux analyses.....	234
7.10.	Répartition des polluants .....	234
7.11.	Paramètres des bâtiments .....	235
7.12.	Conclusions sur les incertitudes .....	235
8.	<b>ÉTUDES DE SENSIBILITÉ</b> .....	236
9.	<b>COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE DE RÉFÉRENCE</b> .....	237
10.	<b>COMPARAISON DES VALEURS MODÉLISÉES AVEC LES VALEURS DE RÉFÉRENCE</b> .....	238
XVI.	<b>SCHÉMA CONCEPTUEL – POSTERS</b> .....	239
XVII.	<b>LES MESURES DE GESTION</b> .....	244
1.	<b>MESURES DE GESTION ENVISAGEABLES</b> .....	244
2.	<b>CRITÈRES DE SÉLECTION</b> .....	245
2.1.	Critères techniques, normatifs et organisationnels .....	245
2.1.1.	Excavation et traitement hors site .....	245
2.1.2.	Encapsulation .....	245
2.1.3.	Bilan.....	246
2.2.	Critères économiques .....	247
2.2.1.	Excavation et traitement hors site .....	247
2.2.2.	Encapsulation .....	249
2.2.3.	Bilan.....	250
2.3.	Critères environnementaux .....	250
2.3.1.	Excavation et traitement hors site .....	250
2.3.2.	Encapsulation sur site.....	250
2.3.3.	Bilan.....	250
2.4.	Critères socio-politiques.....	251
2.4.1.	Excavation et traitement hors site .....	251
2.4.2.	Encapsulation sur site.....	251



2.4.3. Bilan.....	251
2.5. Critères juridiques et réglementaires.....	252
2.5.1. Excavation et traitement hors site .....	252
2.5.2. Encapsulation .....	252
2.5.3. Bilan.....	252
3. CHOIX DE LA MÉTHODE DE GESTION LA PLUS FAVORABLE .....	253
4. PARAMÈTRES DE FAISABILITÉ .....	253
5. LIMITES DES MESURES DE GESTION ENVISAGÉES.....	253
XVIII. SCHÉMA CONCEPTUEL – POST BILAN COÛTS-AVANTAGES .....	254
TROISIÈME PHASE .....	256
XIX. ÉTUDE ET DIMENSIONNEMENT .....	257
1. CONTRAINTES DU PROJET.....	257
2. PRINCIPE DE LA MÉTHODE.....	257
3. DIMENSIONNEMENT DE LA SOLUTION TECHNIQUE .....	258
3.1. Volumes mis en jeu .....	258
3.2. Zone d'encapsulation des terres polluées.....	259
3.3. Moyens d'encapsulation des terres polluées.....	259
3.4. Plan de maillage .....	261
4. CONTRAINTE SUR LES ÉMISSIONS.....	267
5. PERFORMANCES ATTENDUES .....	267
6. PLANNING PRÉVISIONNEL.....	268
7. DÉTAIL DES COÛTS .....	268
XX. PROTECTION DES TRAVAILLEURS.....	269
CONCLUSION .....	270



## TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de Berre-l'Étang et de Rognac .....	22
Figure 2 : Localisation du site au sein des communes de Berre-l'Étang et de Rognac (13) .....	22
Figure 3 : Plan cadastral de la zone d'étude .....	23
Figure 4 : Plan Projet - Phase étude – 08/01/2019 .....	24
Figure 5 : Schéma explicatif des mouvements de déblais / remblais à prévoir au droit du site d'étude – Etat initial .....	25
Figure 6 : Schéma explicatif des mouvements de déblais / remblais à prévoir au droit du site d'étude – Etat final .....	25
Figure 7 : plan d'implantation du rapport URS du 17 septembre 2010 .....	31
Figure 8 : Plan de localisation des zones d'excavation .....	37
<b>Figure 9 : Synthèse des résultats d'investigations sur les sols et les eaux souterraines menées par URS en 2010 .....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 10 : Différentes altitudes du site d'étude .....</b>	<b>41</b>
Figure 11 : Occupation des sols .....	43
Figure 12 : Plan de localisation des piézomètres existants .....	53
Figure 13 : Photographie de référence pour la description des clichés IGN .....	58
Figure 14 : Localisation des ICPE et des SIS autour de la zone d'étude .....	64
Figure 15 : Potentiel radon de la commune .....	71
Figure 16 : Plan de localisation des Installations Potentiellement Polluantes (IPP) .....	74
Figure 17 : Relevés météorologiques de la station de MARIIGNANE sur la dernière année (2018) .....	77
Figure 18 : Rose des vents de la station de MARIIGNANE-ÉTANG DE BERRE sur une période de 29 ans (1981– 2010) .....	77
Figure 19 : Carte topographique du site et ses abords .....	78
Figure 20 : Topographie détaillée des alentours de la zone d'étude .....	79
Figure 21 : Profil altimétrique au droit de la zone d'étude .....	79
Figure 22 : Topographie détaillée au droit de la zone d'étude .....	80
Figure 23 : Extrait des cartes géologiques au 1/50 000 <sup>ème</sup> de Martigues-Marseille .....	81
Figure 24 : Localisation du forage retenu pour l'étude .....	82
Figure 25 : Lithologie du sondage retenu pour l'étude .....	82
Figure 26 : Localisation des piézomètres .....	84
Figure 27 : Extrait de l'atlas hydrogéologique des Bouches-du-Rhône .....	85
<b>Figure 28 : Réseau hydrographique de la zone d'étude et de ses alentours .....</b>	<b>88</b>
<b>Figure 29 : État écologique des masses d'eau – SDAGE 2009 .....</b>	<b>89</b>
<b>Figure 30 : Zones naturelles remarquables à proximité du site d'étude (ZNIEFF) .....</b>	<b>91</b>
<b>Figure 31 : Zones naturelles remarquables à proximité du site d'étude (ZICO, NATURA 2000) .....</b>	<b>92</b>
Figure 32 : Zones humides à proximité du site d'étude .....	93
Figure 33 : Carte de l'aléa retrait et gonflement des argiles au droit de la zone d'étude .....	96
Figure 34 : Carte de la remontée de nappe dans les sédiments .....	96
Figure 35 : carte du risque inondation .....	97
Figure 36 : Zone d'anciennes carrières .....	98
Figure 37 : <b>Schéma de principe d'évaluation d'un risque sanitaire</b> .....	<b>99</b>
<b>Figure 38 : Données d'entrée du Schéma conceptuel initial</b> .....	<b>100</b>
Figure 39 : Schéma conceptuel initial – État actuel .....	103
Figure 40 : Schéma conceptuel initial – Etat projeté .....	107
Figure 41 : Plan d'implantation des sondages au droit du futur bâtiment .....	110
Figure 42 : Plan d'implantation des sondages au droit des futurs espaces extérieurs .....	111
Figure 43 : Plan d'implantation des sondages .....	115
Figure 44 : Légende des coupes lithologiques des sondages ci-dessous .....	121
Figure 45 : Coupes lithologiques des sondages (1/7) .....	122
Figure 46 : Coupes lithologiques des sondages (2/7) .....	123
Figure 47 : Coupes lithologiques des sondages (3/7) .....	124
Figure 48 : Coupes lithologiques des sondages (4/7) .....	125
Figure 49 : Coupes lithologiques des sondages (5/7) .....	126
Figure 50 : Coupes lithologiques des sondages (6/7) .....	127
Figure 51 : Coupes lithologiques des sondages (7/7) .....	128
Figure 52 : Légende des figures de localisation des anomalies .....	139
Figure 53 : Localisation des anomalies – plateforme logistique – Terres sous-jacentes à 10 m NGF .....	140
Figure 54 : Localisation des anomalies – plateforme logistique – Terres sus-jacentes à 10 m NGF .....	141



Figure 55 : Localisation des anomalies – espaces paysagers.....	142
Figure 56 : Légende de la localisation des zones polluées .....	143
Figure 57 : Localisation des zones polluées – Terres localisées à une côte inférieure à 10 m NGF à proximité de la plateforme logistique .....	144
Figure 58 : Localisation des zones polluées – Terres localisées à une côte supérieure à 10 m NGF à proximité de la plateforme logistique .....	145
Figure 59 : <b>Données d'entrée du Schéma conceptuel état projeté</b> .....	147
Figure 60 : Schéma conceptuel – Données projet .....	152
Figure 61 : Plan d'implantation des ouvrages .....	160
Figure 62 : Légende de la localisation des anomalies dans les gaz de sol .....	194
Figure 63 : Localisation des anomalies – Arase de terrassement – gaz de sol (concentration en µg/l – prélèvement court).....	195
Figure 64 : Localisation des anomalies – Arase de terrassement – gaz de sol (concentration en µg/l – prélèvement long) .....	196
Figure 65 : Légende de la figure de corrélation des résultats sur les matrices sols et gaz de sol .....	198
Figure 66 : Extension des panaches de pollution - Matrices sol et gaz du sol.....	199
Figure 67 : <b>Données d'entrée du Schéma conceptuel état projeté</b> .....	200
Figure 68 : Schéma conceptuel – Données projet .....	206
Figure 69 : Répartition des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C10-C40.....	208
Figure 70 : Répartition des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C5-C10 .....	209
Figure 71 : Répartition des concentrations dans les sols en BTEX .....	209
Figure 72 : Répartition des concentrations dans les sols en HAP .....	210
Figure 73 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C10-C40 .....	211
Figure 74 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C5-C10 .....	212
Figure 75 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en BTEX .....	212
Figure 76 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en HAP.....	213
Figure 77 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les TPH Aliphatiques .....	214
Figure 78 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les TPH Aromatiques .....	215
Figure 79 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les BTEX .....	215
Figure 80 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour le naphtalène .....	216
Figure 81 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les COHV .....	216
Figure 82 : Evolution de la distribution des concentrations dans les gaz de sol en TPH Aliphatiques.....	217
Figure 83 : Evolution de la distribution des concentrations dans les gaz de sol en TPH Aromatiques ....	218
Figure 84 : Evolution de la distribution des concentrations dans les gaz de sol en BTEX.....	219
Figure 85 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en HCT C10-C40 contenue dans les plages de concentrations.....	221
Figure 86 : Détermination du seuil de coupure pour les HCT C10-C40 .....	221
Figure 87 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en HCT C5-C10 contenue dans les plages de concentrations.....	222
Figure 88 : Détermination du seuil de coupure pour les HCT C5-C10 .....	222
Figure 89 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en BTEX contenue dans les plages de concentrations .....	223
Figure 90 : Détermination du seuil de coupure pour les BTEX .....	224
Figure 91 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en HAP contenue dans les plages de concentrations.....	225
Figure 92 : Détermination du seuil de coupure pour les HAP .....	225
Figure 93 : Localisation des impacts .....	227
Figure 94 : Le schéma conceptuel - processus itératif et évolutif .....	239
Figure 95 : Schéma conceptuel – Données projet – post ERS .....	243
Figure 96 : processus d'encapsulation sur site.....	246
Figure 97 : <b>Données d'entrée du Schéma conceptuel état projeté post ERS et avec mesures de gestion</b> .....	254
Figure 98 : Schéma conceptuel post ERS avec mesures de gestion – Données projet .....	255
Figure 99 : Localisation des zones de confinement possibles .....	259
Figure 100 : Structure de fond .....	260
Figure 101 : Structure de couverture .....	260
Figure 102 : Plan de maillage entre 13 et 14 m NGF.....	261
Figure 103 : Plan de maillage entre 12 et 13 m NGF.....	261
Figure 104 : Plan de maillage entre 11 et 12 m NGF.....	262



Figure 105 : Plan de maillage entre 10 et 11 m NGF .....	262
Figure 106 : Plan de maillage entre 9 et 10 m NGF .....	263
Figure 107 : Plan de maillage entre 8 et 9 m NGF .....	263
Figure 108 : Plan de maillage entre 7 et 8 m NGF .....	264
Figure 109 : Plan de maillage entre 6 et 7 m NGF .....	264
Figure 110 : Plan de maillage entre 5 et 6 m NGF .....	265
Figure 111 : Plan de maillage entre 4 et 5 m NGF .....	265
Figure 112 : Plan de maillage entre 3 et 4 m NGF .....	266
Figure 113 : Plan de maillage entre 2 et 3 m NGF .....	266
Figure 114 : Plan de maillage entre 1 et 2 m NGF .....	267

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Références cadastrales de la zone d'étude .....	23
Tableau 2 : Codification des prestations - première phase .....	27
Tableau 3 : Référence des études antérieures transmises .....	28
Tableau 4 : Référence des études antérieures non transmises .....	28
Tableau 5 : Distribution des sondages au droit du site .....	32
<b>Tableau 6 : Description de la zone d'étude</b> .....	51
Tableau 7 : Sources d'information - étude historique .....	57
Tableau 8 : Références des photographies aériennes .....	57
Tableau 9 : Description des photographies IGN et GOOGLE EARTH .....	61
Tableau 10 : Noirs de carbone les plus courants .....	65
<b>Tableau 11 : Informations générales concernant l'ICPE au droit du site</b> .....	66
Tableau 12 : Informations générales des ICPE aux abords du prospect .....	68
Tableau 13 : Libellés d'activité et polluants associés simplifiés .....	70
Tableau 14 : Sources d'information - étude de vulnérabilité .....	76
<b>Tableau 15 : Zones protégées remarquables à proximité du site d'étude</b> .....	90
Tableau 16 : Synthèse de l'étude de vulnérabilité .....	95
Tableau 17 : Synthèse des aléas .....	98
Tableau 18 : Schéma conceptuel – Etat initial – partie 1/2 .....	101
Tableau 19 : Schéma conceptuel initial – Etat initial – partie 2/2 .....	102
Tableau 20 : Milieux retenus .....	104
Tableau 21 : Schéma conceptuel initial Etat projeté sans mesures de gestion – partie 1/2 .....	105
Tableau 22 : Schéma conceptuel initial Etat projeté sans mesures de gestion – partie 2/2 .....	106
Tableau 23 : Synthèse des investigations à réaliser - matrice sol .....	108
Tableau 24 : Synthèse des analyses à réaliser – matrice sol .....	109
Tableau 25 : Programme d'investigation sur les sols .....	113
Tableau 26 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés (1/3) .....	117
Tableau 27 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés (2/3) .....	118
Tableau 28 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés (3/3) .....	119
Tableau 29 : Description des indices organoleptiques observés .....	120
Tableau 30 : Valeurs de référence pour les analyses sur brut .....	131
<b>Tableau 31: Synthèse des résultats d'analyse sur brut – emplacement du futur bâtiment</b> .....	133
<b>Tableau 32 : Synthèse des résultats d'analyse sur brut – espaces extérieurs</b> .....	136
Tableau 33 : Récapitulatif des volumes .....	146
Tableau 34 : Interprétation des résultats d'analyses des terres localisées au droit de la future plateforme logistique .....	148
Tableau 35 : Interprétation des résultats d'analyses des terres localisées en dehors de la future plateforme logistique .....	149
Tableau 36 : Schéma conceptuel - Données projet – partie 1/2 .....	150
Tableau 37 : Schéma conceptuel - Données projet – partie 2/2 .....	151
Tableau 38 : Codification des prestations - 2ème phase .....	153
Tableau 39 : Synthèse des investigations à réaliser - matrice eau souterraine .....	154
Tableau 40 : Synthèse des investigations à réaliser – matrice gaz de sol .....	154
Tableau 41 : Synthèse des analyses à réaliser – matrice gaz de sol .....	155
Tableau 42 : temps de prélèvement - matrice gaz de sol .....	155
Tableau 43 : Plan d'implantation des piézomètres et des piézajets .....	156



Tableau 44 : Caractéristiques des piézomètres .....	158
Tableau 45 : Caractéristiques des piézaires .....	158
Tableau 46 : Récapitulatif des piézomètres prévisionnels et des piézomètres réalisés .....	159
Tableau 47 : Récapitulatif des piézaires prévisionnels et des piézomètres réalisés .....	159
<b>Tableau 48 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des blancs de chantier et des blancs de transport.....</b>	<b>162</b>
Tableau 49 : Représentativité des débits de prélèvements de gaz de sol – partie 1/3 .....	163
Tableau 50 : Représentativité des débits de prélèvements de gaz de sol – partie 2/3 .....	164
Tableau 51 : Représentativité des débits de prélèvements de gaz de sol – partie 3/3 .....	165
<b>Tableau 52 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 1/5.....</b>	<b>166</b>
<b>Tableau 53 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 2/5.....</b>	<b>167</b>
<b>Tableau 54 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 3/5.....</b>	<b>168</b>
<b>Tableau 55 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 4/5.....</b>	<b>169</b>
<b>Tableau 56 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 5/5.....</b>	<b>170</b>
Tableau 57 : Contrôle qualité des prélèvements de gaz de sol – partie (1/3).....	171
Tableau 58 : Contrôle qualité des prélèvements de gaz de sol – partie (2/3).....	172
Tableau 59 : Contrôle qualité des prélèvements de gaz de sol – partie (3/3).....	173
<b>Tableau 60 : Résultats d'analyses sur les blancs de contrôle - Organique.....</b>	<b>175</b>
Tableau 61 : Résultats d'analyses sur les blancs de contrôle – Mercure.....	175
<b>Tableau 62 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 1/11.....</b>	<b>177</b>
<b>Tableau 63 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 2/11.....</b>	<b>178</b>
Tableau 64 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 3/11.....	179
<b>Tableau 65 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 4/11.....</b>	<b>180</b>
<b>Tableau 66 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 5/11.....</b>	<b>181</b>
<b>Tableau 67 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 6/11.....</b>	<b>182</b>
<b>Tableau 68 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 7/11.....</b>	<b>183</b>
<b>Tableau 69 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 8/11.....</b>	<b>184</b>
<b>Tableau 70 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 9/11.....</b>	<b>185</b>
<b>Tableau 71 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 10/11.....</b>	<b>186</b>
<b>Tableau 72 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 11/11.....</b>	<b>187</b>
Tableau 73 : Synthèse des résultats d'analyses des gaz de sol – Organique .....	188
<b>Tableau 74 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 1/11 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tableau 75 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 2/11 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tableau 76 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 3/11 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tableau 77 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 4/11 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tableau 78 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 5/11 .....</b>	<b>191</b>
<b>Tableau 79 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 6/11 .....</b>	<b>192</b>
<b>Tableau 80 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 7/11 .....</b>	<b>192</b>
<b>Tableau 81 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 8/11 .....</b>	<b>192</b>
<b>Tableau 82 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 9/11 .....</b>	<b>192</b>
<b>Tableau 83 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 10/11 .....</b>	<b>192</b>
<b>Tableau 84 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 11/11 .....</b>	<b>193</b>
<b>Tableau 85 : Synthèse des résultats d'analyses des gaz de sol – Organique .....</b>	<b>193</b>
Tableau 86 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement court - organique ..	201
Tableau 87 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement long - organique....	202
Tableau 88 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement court - mercure .....	202
Tableau 89 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement long – mercure.....	203
Tableau 90 : Schéma conceptuel - Données projet – partie 1/2.....	204
Tableau 91 : Schéma conceptuel - Données projet – partie 2/2.....	205
Tableau 92 : Synthèse des spots de pollution.....	210
Tableau 93 : Synthèse des spots de pollution dans les gaz de sol.....	220
Tableau 94 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en HCT C10-C40 ..	220
Tableau 95 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en HCT C5-C10 ..	222
Tableau 96 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en BTEX.....	223
Tableau 97 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en HAP .....	224
Tableau 98 : Synthèse des spots de pollution.....	226
Tableau 99 : Tableau de présentation des scénarios.....	228
Tableau 100 : Tableau de cumul des risques – Scénario de référence.....	231
<b>Tableau 101 : Tableau de cumul des risques dans le cadre de l'étude de sensibilité 1.....</b>	<b>236</b>
Tableau 102 : Tableau comparatif des hypothèses des études de référence et de sensibilité.....	237
Tableau 103 : Tableau comparatif des concentrations modélisées avec les valeurs de référence .....	238



Tableau 104 : Schéma conceptuel - état projeté – post ERS – partie 1/2 .....	240
Tableau 105 : Schéma conceptuel - état projeté – post ERS – partie 2/2 .....	241
Tableau 106 : Récapitulatif des volumes .....	244
Tableau 107 : Critères techniques et normatifs des mesures de gestion .....	246
Tableau 108 : Synthèse des coûts – excavation et traitement hors site .....	248
Tableau 109 : Synthèse des coûts – encapsulation sur site. ....	249
Tableau 110 : Critères économiques des mesures de gestion .....	250
Tableau 111 : critères environnementaux des mesures de gestion .....	251
Tableau 112 : critères socio-politiques des mesures de gestion .....	251
Tableau 113 : critères juridiques et réglementaires des mesures de gestion .....	252
Tableau 114 : note finale des mesures des gestion .....	253
Tableau 115 : Dimensionnement des terrassements en zone polluée .....	258
Tableau 116 : Synthèse des coûts .....	268

## TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 : Codification des offres et des prestations	5 pages
Annexe 2 : Informations littérales relatives aux parcelles cadastrales	5 pages
Annexe 3 : Fiche de visite de site	3 pages
Annexe 4 : Photographies IGN et GOOGLE EARTH	14 pages
Annexe 5 : Fiches BASIAS et BASOL - ICPE	130 pages
Annexe 6 : Fiche toxicologique INRS – Noir de carbone	8 pages
Annexe 7 : Fiche Infoterre – Données sondage – forage retenu	3 pages
Annexe 8 : Fiche sondage sols – point GPS	86 pages
Annexe 9 : Photographies des sondages	50 pages
Annexe 10 : <b>Résultats d'analyses</b> des sols	8 pages
Annexe 11 : Certificats d' <b>analyses</b> des sols	94 pages
Annexe 12 : Méthodes d'analyses et incertitudes du laboratoire	9 pages
Annexe 13 : Fiche installation piézomètre – Point GPS	8 pages
Annexe 14 : Fiche installation piézair – Point GPS	49 pages
Annexe 15 : Fiche prélèvement gaz de sol	100 pages
Annexe 16 : Certificats d'analyses des gaz de sol	134 pages
Annexe 17 : Méthodologie de l'évaluation des risques sanitaires	9 pages
Annexe 18 : Description du modèle Volasoil	189 pages
Annexe 19 : Description du modèle de Johnson & ettinger	31 pages
Annexe 20 : Paramètres physico-chimiques des substances	1 page
Annexe 21 : Paramètres de calculs	6 pages
Annexe 22 : Présentation des résultats des calculs	3 pages
Annexe 23 : Paramètres de calculs – Étude de sensibilité	3 pages
Annexe 24 : Présentation des résultats des calculs – Étude de sensibilité	3 pages
Annexe 25 : Effets sanitaires des substances sur la santé humaines	3 pages

Date	Numéro	Version	Rédacteur	Relecteur	Approbateur
20/12/2019	1031-13-PG & B130-1621	Provisoire dans l'attente des plans projet	E. LE ROY	J. DONNAËS D. ANGELON	M. LETOURNEUR

Ce rapport contient 278 pages et 25 annexes qui forment un tout indissociable.



## PRÉAMBULE

Ce plan de gestion est mené pour le compte de la société GEMFI, dans le cadre de **l'acquisition d'un site** pour la **construction d'une** plateforme logistique avec des espaces verts paysagers, sis aux lieux-dits Cabot et Les Cabelles à **BERRE-L'ÉTANG et ROGNAC (13)**.

LETOURNEUR CONSEIL a été missionné afin de réaliser une mission de plan de gestion telle que définie dans la norme NFX 31-620 et les recommandations du guide « Gestion des sites (potentiellement) pollués » dans sa dernière version, conformément à **l'offre référencée P.560319d** du 19 avril 2019 et l'offre référencée P.1410719c du 22 juillet 2019.

*Les différentes prestations réalisées lors de cette première phase sont détaillées en annexe 1.*

Il a été remis à **l'équipe de LETOURNEUR-CONSEIL** :

- **Implantation des rejets dans l'étang de Vaine** de Gordes à Rognac au 1/2000e du 16/01/2006 ;
- Rapport **d'investigations** sur les sols et eaux souterraines n°43722483 du 17/09/2010 réalisé par la société URS ;
- Rapport de diagnostic de pollution des sols n°F13T1/10/1041 du 28/09/2010 réalisé par la société SOCOTEC ;
- Rapport préliminaire de fin de travaux de réhabilitation n°46310076 du 21/06/2011 réalisé par la société URS ;
- Le plan de géomètre (planche 1 et planche 2) à **l'échelle 1/500<sup>ème</sup>** réalisé par la SCP Fraisse – Arnel -de Combarieu de l'état des lieux daté de janvier 2010 ;
- Procès-verbal du **07/01/2019 de l'inspection de l'environnement** ;
- Arrêté préfectoral du 04/03/2010 ;
- Arrêté préfectoral du 08/06/2011 ;
- Courrier de la DREAL du 27/06/2011 ;
- Arrêté préfectoral du 31/07/2014 ;
- Photographies de visite de site du 26/09/2017 ;
- Photographies des piézomètres et visite de site du 14/06/2018 ;
- Plan **d'implantation** du projet, ind A au 1/2000e daté du 10/12/2018 réalisé par ARCHITECTURE ESPACE ;
- **Le plan du projet phase étude à l'échelle 1/500<sup>ème</sup>** réalisé par CAZAL et daté du 08 janvier 2019 ;
- Procès-verbal de constat de travaux au sens des **dispositions de l'article R 512-39-3** du Code de **l'environnement** (lettre DREAL du 17/01/2019) ;
- Plan du bâtiment au 1/500e non daté réalisé par CAZAL ;
- Plan du bâtiment au 1/500e, non daté réalisé par CAZAL avec zones de déblais et zones de remblais ;
- Axonométrie du projet, sans date, sans échelle, sans auteur.

Aucun autre document **n'a été remis à l'équipe de LETOURNEUR CONSEIL**.



Le site étudié se trouve à cheval sur la commune de Berre-l'Étang et la commune de de Rognac, dans le département des BOUCHES-DU-RHÔNE (13).

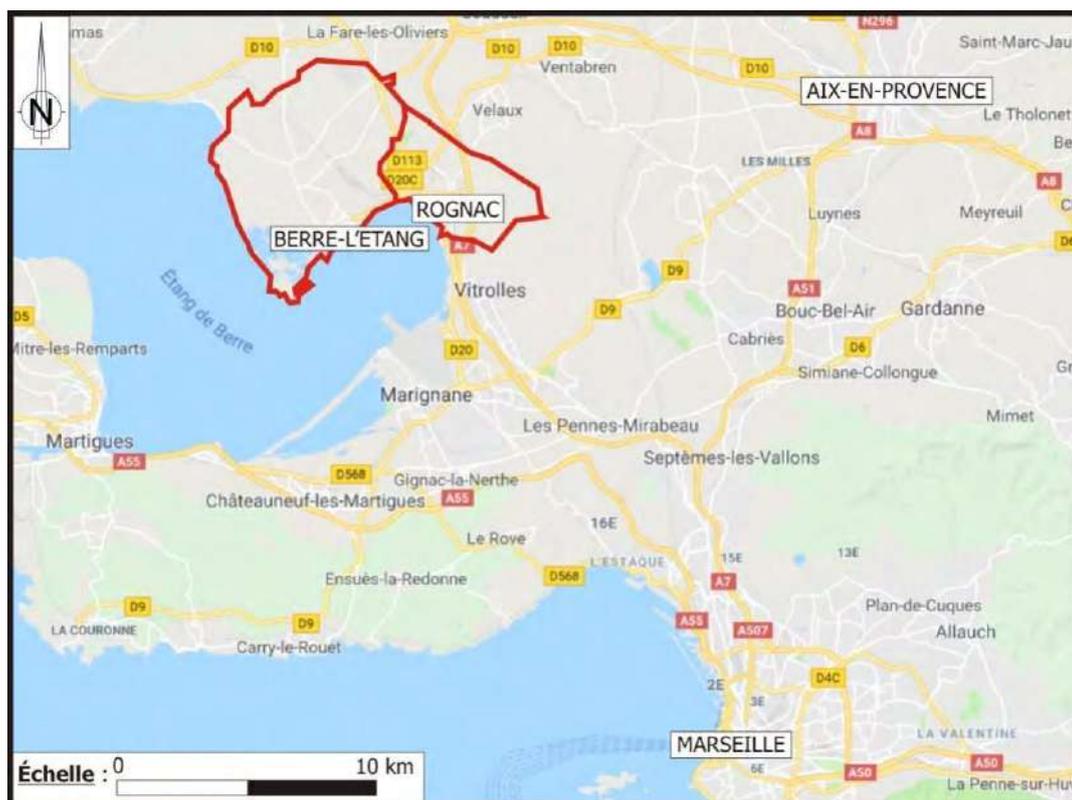


Figure 1 : Localisation de Berre-l'Étang et de Rognac  
Source : Google Maps

Le site se trouve en bordure Est du territoire communal de Berre-l'Étang et en bordure Ouest du territoire communal de Rognac. Il **s'inscrit dans** un environnement industriel composé d'usines pétrochimiques, de déchèteries, et d'autres activités industrielles et/ou artisanales diverses (ferrailleur, garage, etc.).

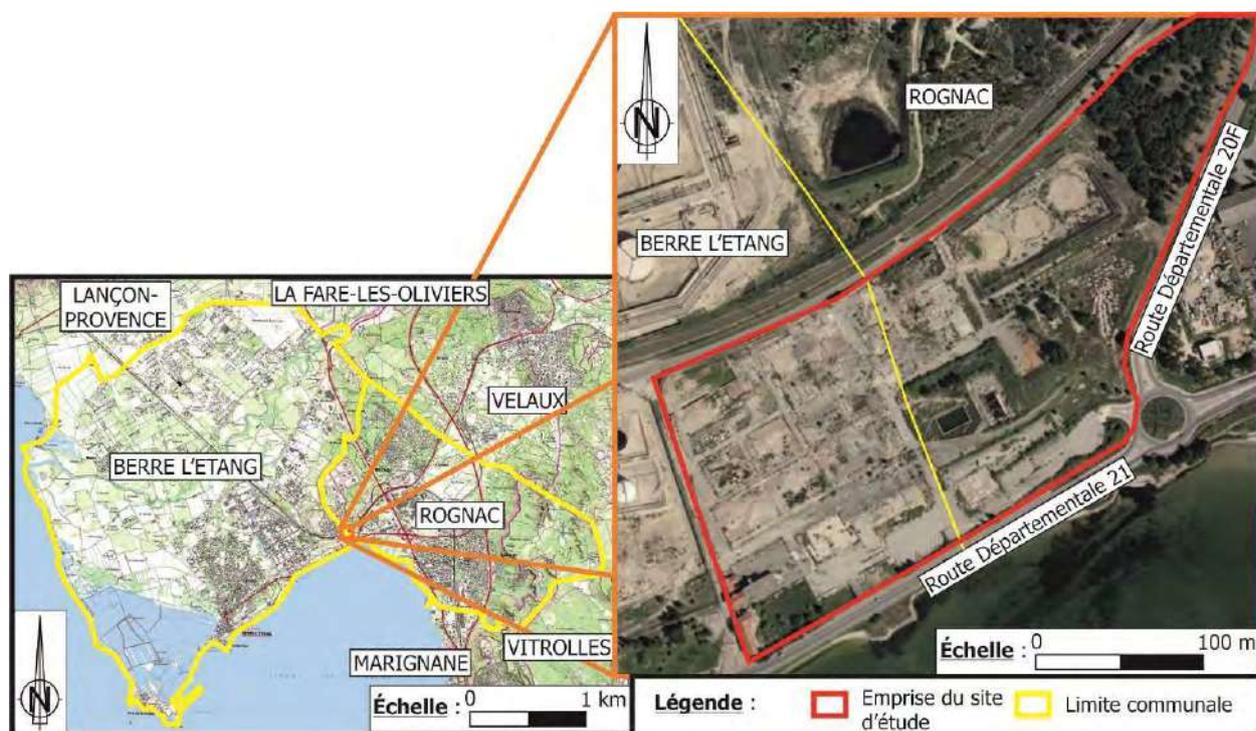


Figure 2 : Localisation du site au sein des communes de Berre-l'Étang et de Rognac (13)  
Source fond de carte : Site Internet geoportail.gouv.fr

Le terrain soumis à l'étude correspond aux parcelles suivantes :  
Les informations littérales relatives aux 32 parcelles concernées sont données en annexe 2.

Section	Parcelle	Adresse associée	Surface
AS	10	Cabot, 13130 Berre-l'Étang	53 070 m <sup>2</sup>
BW	2 ; 37 à 55 ; 57 ; 74 et 75	Les Cabelles Ouest, 13340 Rognac	72 986 m <sup>2</sup>
Total			126 056 m <sup>2</sup>

Tableau 1 : Références cadastrales de la zone d'étude

Les coordonnées Lambert II étendu du centre du site sont :

X = 832 125 m

Y = 1 836 526 m

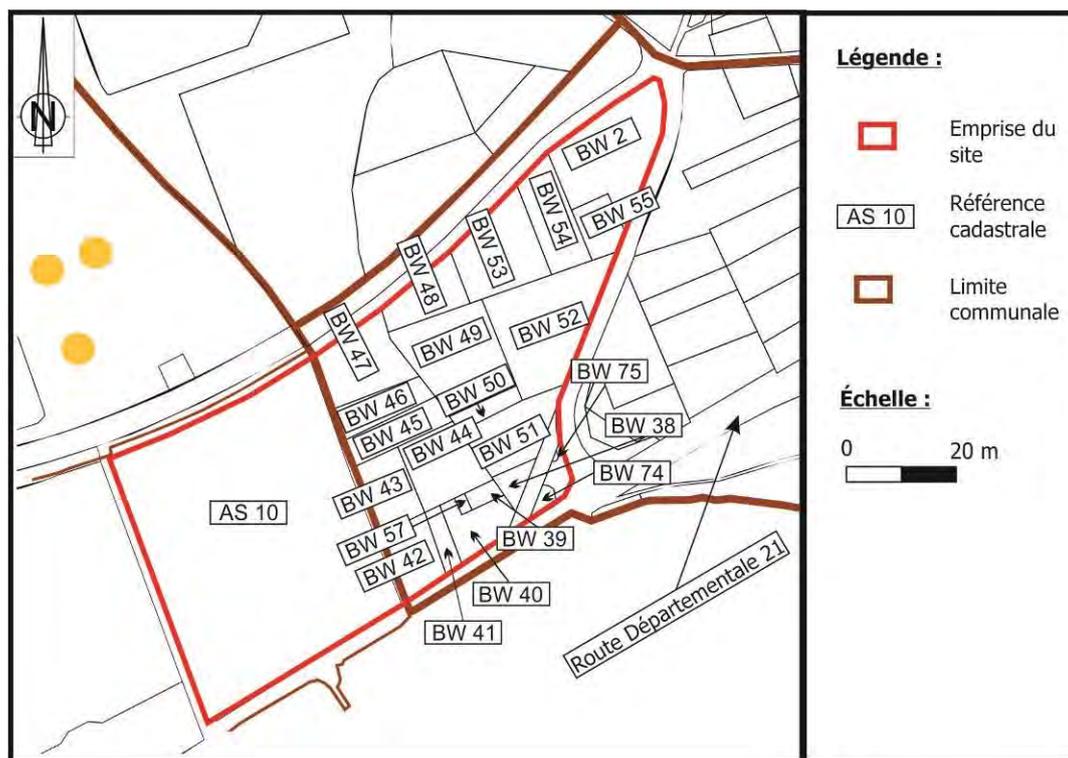


Figure 3 : Plan cadastral de la zone d'étude  
Source fond : site internet cadastre.gouv.fr (carte modifiée)

## I. LE PROJET

Le programme prévoit au **droit de la zone d'étude** :

- Une plateforme logistique comprenant un hangar avec bureaux sans niveau de sous-sol ;
- Deux bassins étanches de récupération des eaux ;
- Des parkings extérieurs et voies de circulations ;
- Des espaces verts paysagers.

A noter que le programme s'étend sur deux sites distincts :

- Le site CABOT (objet du présent rapport) – partie Est ;
- Le site VAINE – partie Ouest

La figure suivante présente le projet :

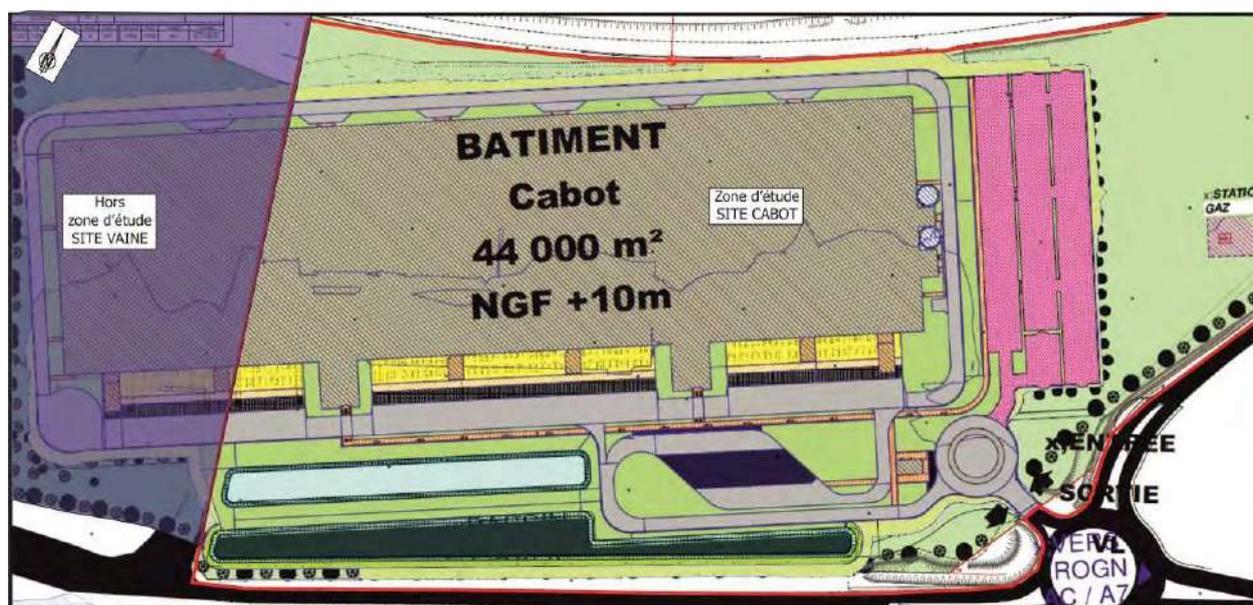


Figure 4 : Plan Projet - Phase étude – 08/01/2019  
Echelle 1/500<sup>ème</sup> – Cazal / Mase

La zone **d'étude** sur laquelle sera implantée la future plateforme logistique présente un fort dénivelé compris entre 25 et 2 m NGF environ.

LETOURNEUR CONSEIL a été missionné pour réaliser une étude environnementale afin de vérifier la possibilité de procéder à des mouvements de déblais / remblais au droit de la future plateforme logistique dont l'**arase** de terrassement sera située à une altitude de 10 m NGF.

Les altitudes du terrain actuel au droit de la future plateforme varient entre 7 et 14 m NGF environ. Ainsi au droit de cette dernière, **l'objectif** est de déterminer si les terres situées au-dessus de 10 m NGF (arase de terrassement) peuvent être réutilisées (déblais) afin de rehausser (remblais) la partie basse de la plateforme.

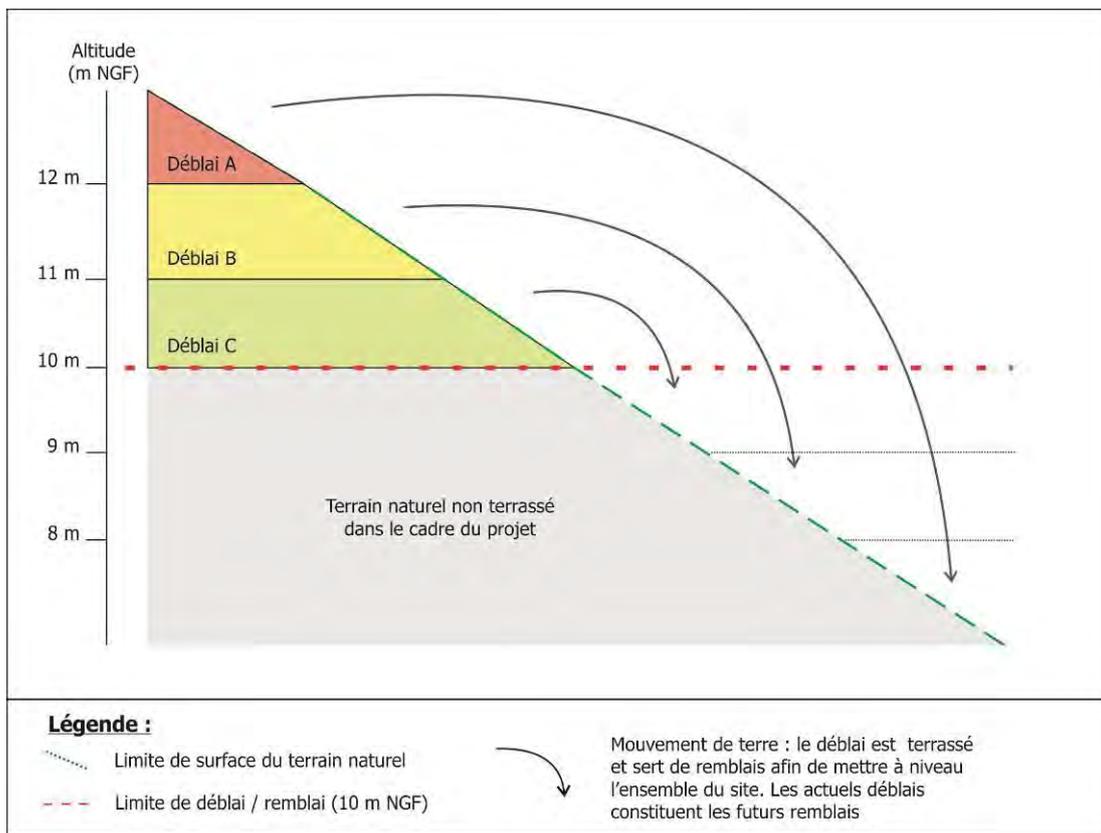


Figure 5 : Schéma explicatif des mouvements de déblais / remblais à prévoir au droit du site d'étude – Etat initial

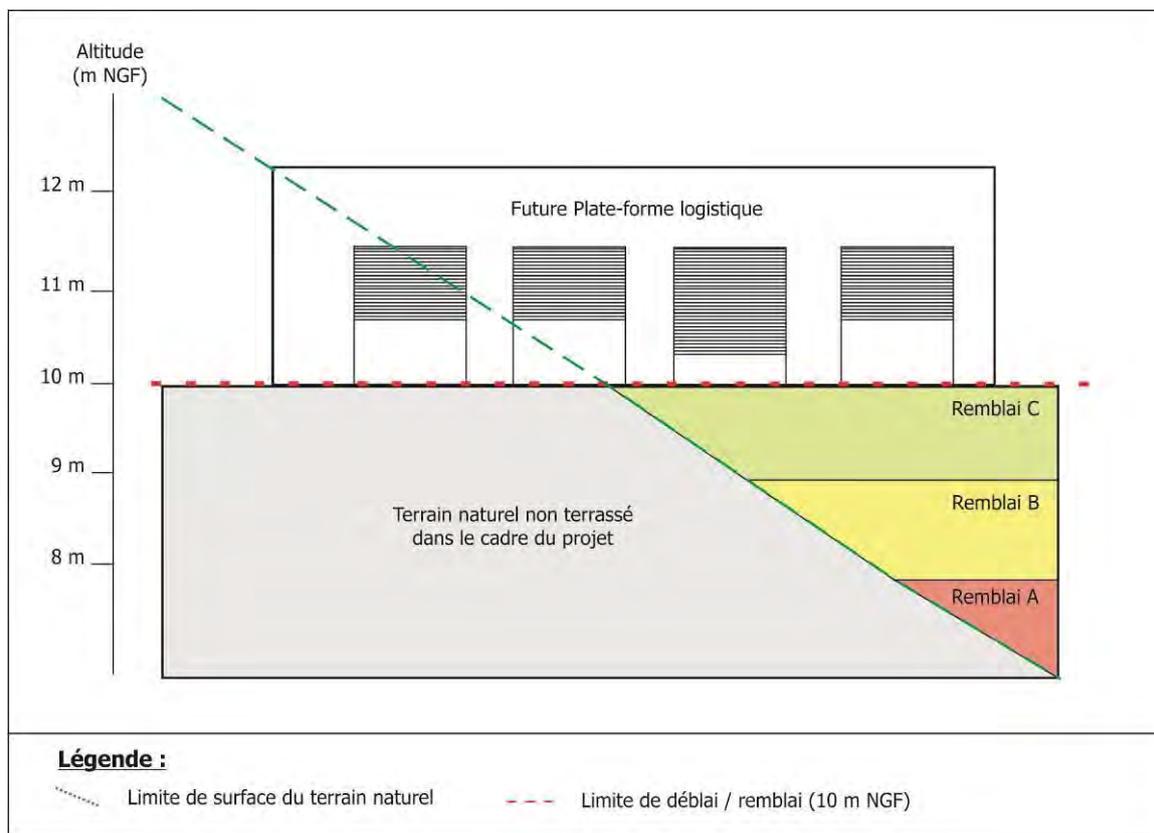


Figure 6 : Schéma explicatif des mouvements de déblais / remblais à prévoir au droit du site d'étude – Etat final

## II. CONTEXTE D'INTERVENTION

La mission de LETOURNEUR CONSEIL est découpée en plusieurs phases :

- Une première phase documentaire avec des investigations initiales de terrain sur les sols et la vérification de l'état des ouvrages de surveillance (piézomètre) ;
- Une deuxième phase, si nécessaire, avec des investigations plus poussées sur la matrice gaz de sol et la détermination des mesures de gestion en cas de découverte de pollution. Les investigations de la deuxième tranche seront adaptées en fonction des résultats de la première tranche.
- Une troisième phase, si nécessaire, permettant d'assurer l'étude et le dimensionnement de la mesure de gestion retenue.



## PREMIÈRE PHASE

Synthèse documentaire  
Visite de site  
Etude historique mémorielle et documentaire  
Etude de vulnérabilité  
Investigations sur la matrice sol

Codification des prestations globales		Compris dans la 1 <sup>ère</sup> phase
INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité <b>afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations</b>	X
DIAG	Mise en <b>œuvre d'un programme d'investigations</b> et interprétation des résultats	X
PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou <b>d'aménagement d'un site</b>	
Codification des prestations élémentaires		
A100	Visite de site	X
A110	Études historiques, documentaires et mémorielles	X
A120	Étude de vulnérabilité des milieux	X
A130	Élaboration d'un programme prévisionnel	X
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	X
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	
A270	Interprétation des résultats des investigations	X
A330	Bilan coûts/avantages	
A320	Analyse des enjeux sanitaires	
B130	Étude de projet de travaux	

Tableau 2 : Codification des prestations - première phase



### III. SYNTHÈSE DOCUMENTAIRE

Le site a fait l'objet de plusieurs actions des services de l'État et d'études environnementales. Il a été remis à LETOURNEUR CONSEIL :

- Trois arrêtés préfectoraux ;
- Trois études environnementales et rapports.

Date	Réalisateur de l'étude	Référence de l'étude	Données réutilisées dans la présente étude
17 Septembre 2010	URS France	Évaluation des sols et des eaux souterraines référencé AIX-RAP-10-02677B	OUI
28 Septembre 2010	SOCOTEC Industries	Diagnostic de pollution de sol référencé F13T1/10/14-01	OUI
22 juin 2011	URS France	Rapport de fin de travaux de réhabilitation référencé PAR-RAP-11-06683B	OUI

Tableau 3 : Référence des études antérieures transmises

Des résumés des études environnementales sont présentés dans les paragraphes suivants.

Il ressort de l'étude des documents que plusieurs études environnementales n'ont pas été transmises à LETOURNEUR CONSEIL.

Date	Réalisateur	Intitulé	Transmises à LETOURNEUR CONSEIL
Achevée en 2003	BURGEAP	Étude de pollution des sols commune à plusieurs industriels du même secteur de la « montée des pins » - SPM, CABOT, SOLAMAT, PRESTAPLAST, CAMOM, BATINET, ORTEC	NON
14/12/2009	URS	Phase I : Étude historique et documentaire ; site de Berre (13) – AIX-RAP-09-01473C	NON
Novembre 2009	URS	Notification de cessation d'activité – AIX-RAP-09-01640B	NON

Tableau 4 : Référence des études antérieures non transmises

#### 1. ARRÊTÉ DU 4 MARS 2010 (N°329-2008 A)

Cet arrêté institue les servitudes d'utilités publiques sur le site d'étude exploité autrefois par la société SHELL PÉTROCHIMIE MÉDITERRANÉE (aujourd'hui COMPAGNIE PÉTROCHIMIQUE DE BERRE) au droit de terrains pollués.

Cet arrêté tient compte entre autres :

- De l'arrêté préfectoral n°2007-045 A du 15 juin 2007 ;
- De l'arrêté préfectoral n°2008-047 CE du 18 mars 2008 ;
- De l'étude de pollution des sols comprenant plusieurs sites dont celui étudié réalisé par BURGEAP en 2003 ;
- Du dossier de la société SHELL pour l'institution de servitudes d'utilité publique de terrains pollués du 14 janvier 2008 ;
- Du rapport de la DREAL du 8 avril 2009 ;
- De l'arrêté préfectoral du 26 mai 2009 ;
- De la nécessité de maintenir dans le temps, la surveillance d'une pollution ;
- De la nécessité d'acter l'existence d'une installation de pompage et de récupération des hydrocarbures mise en place suite à l'observation d'une résurgence de résidu pétrolier au lieu-dit « Le Grand Vallat ».



Les servitudes **s'appliquent** entre autres **à l'ensemble** des parcelles du site.

Elles autorisent la réalisation de travaux et constructions **d'une** fouille supérieure à 50 cm à condition que des études de sols soient réalisées. Ces études devront être jointes à la demande de permis de construire ou à la déclaration de travaux en précisant la présence ou non **d'hydrocarbures** et les mesures à prendre afin de protéger les **travailleurs et l'étang** de Vaine.

Le terrain ne pourra être occupé que par des activités industrielles ou artisanales avec les bureaux associés.

Aucune **plantation d'arbres** fruitiers ou à baies et de culture de sol et agricole ne pourra être réalisée.

Aucun puits et forages autres que ceux destinés à la surveillance des eaux souterraines et des sols ne pourra être réalisés.

Aucun affouillement et creusement ne pourra être réalisé en dehors des investigations **pour l'examen des** sols.

Aucune activité de loisir ne pourra être installée.

Il est également interdit tous usages de **l'eau** autre **qu'industrielle** en particulier ceux avec risque **d'ingestion** (eau potable, ménage, récréatif, arrosage, ...). Les prélèvements pour la surveillance des eaux sont autorisés.

Les points de résurgence des eaux souterraines sont interdits au public et sont clôturés. La mise en place **et l'entretien** de ces clôtures est à la charge du propriétaire du terrain.

Des servitudes **d'accès s'appliquent** à des piézomètres présents dans la zone de servitude. Certains **d'entre eux sont** présents au droit du site :

- CP1 et CP4 sur la parcelle AS 10 ;
- CP2 sur la parcelle BW 49.

Les piézomètres doivent rester accessibles aux personnes en charge de la surveillance des eaux souterraines et à leur entretien. Si un de ces ouvrages est rendu inexploitable, il doit être remplacé à **l'identique**.

En cas de cession ou de mise à disposition gratuit ou onéreux de tout ou une partie des terrains liés à ces servitudes doit être déclaré auprès des services de **l'État** et le nouveau ayant droit devra être tenu de les respecter.

Les servitudes ne pourront être levées **qu'en cas de** suppression des causes ayant rendu obligatoire leurs mises en place avec accord des services **de l'État**.

## 2. ÉVALUATION DES SOLS ET DES EAUX SOUTERRAINES (N°AIX-RAP-10-02677B) – URS -17 SEPTEMBRE 2010

---

La société CABOT France a missionné URS France pour la réalisation **d'une** évaluation des sols et des eaux souterraines de leur site dans la zone industrielles des Pins.

Cette évaluation fait suite à une étude historique et documentaire référencée AIX-RAP-09-01641B, réalisée par URS France et en date de décembre 2009 (document non fourni).



Le site CABOT est localisé dans la zone industrielle de la Montée des Pins de part et **d'autre des** communes de Berre-l'Étang et de Rognac **et au Nord de l'étang de Vaine**, avec une altitude comprise entre 4 et 15 m NGF.

Il est entouré par :

- Au Nord : la route départementale D20C **avec de l'autre** côté le site industriel de la société Lyondellbasell (LBI) ;
- À l'Ouest : une autre partie du site de la société LBI suivi de **l'autre côté par la Shell** Pétrochimie Méditerranée (SPM) ;
- Au Sud : la route départementale D21 avec de **l'autre côté l'étang de Vaine** sous-unité de l'Étang de Berre ;
- **À l'Est** : la route départementale suivie de la zone industrielle des Cabelles (comprenant notamment les entreprises ORTEC et VALORTEC)

#### Géologie :

Le site d'étude est localisé au droit des calcaires de Provence composé de :

- De remblais sur une épaisseur maximale de 5 m ;
- Calcaires et marnes avec des dépôts argileux du Crétacé supérieur (Bégudien) sur plusieurs centaines de mètres.

Du fait des incidents tectoniques du secteur, les formations naturelles ont une inclinaison de 10-15° par rapport au plan horizontal en direction du Sud-Est.

#### Hydrogéologie :

Les précédentes études ont identifié la **présence d'un aquifère** dans les formations marno-calcaires du Bégudien sur plusieurs centaines de mètres. Du fait des fissures irrégulières et des couches marneuses **denses**, l'aquifère est divisé en compartiments en relation hydraulique localement.

Au droit du site, la compartimentation de **l'aquifère peut s'observer** par la présence de plusieurs résurgences à des profondeurs variables selon les piézomètres. Les piézomètres référencés CP2, CP6 et CP7 subissent ce phénomène artésien.

Les études hydrauliques ont estimé que les eaux souterraines ont un gradient moyen de 4% orienté vers l'étang de Vaine au Sud.

Des mesures du niveau d'eau au droit de 10 piézomètres (CP1 à CP9 et CP3c) ont été réalisées le 4 mars et 9 avril 2010. Ces mesures montrent un niveau **d'eau compris entre 5,4 et 11,25 m** NGF.

Du liquide flottant a été mesuré au droit des piézomètres CP3 et CP3c respectivement 0,26 et 1,39 m **d'épaisseur** en mars 2010 et 0,52 m sur CP3 en avril 2010.

Les piézomètres CP2, CP6, CP7 et CP9 sont artésiens.

#### Hydrologie :

**Le cours d'eau** le plus proche est la rivière Vallat Neuf **à l'Est** du site et qui traverse une partie de la zone industrielle, il se jette **dans l'étang de Vaine** situé au Sud du site. Le site de CABOT France collecte aussi bien les eaux de ruissellement et celles des résurgences dans **son réseau d'égout**.

L'étang de Vaine est une sous-unité **de l'Étang de Berre**. Il a une profondeur moyenne de 3 m (maximum 5 m). Cet étang fait partie du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (**SAGE**) de l'arc provençal. Il fait partie aussi **d'une Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Floristique et Faunistique (ZNIEFF)** de type II. Enfin, des activités aquatiques ont lieu sur **l'étang (natation, navigation, pêche, tourisme, ...)**.





Localisation	Forage à la tarière mécanique	Forage à la pelle mécanique
Zone des bacs journaliers (fuite de TAR)	5 sondages : S1 à S4 et S19	11 sondages : PM35 à PM45
Fourneaux (TPH + HAP)	1 sondage : S5	-
Unité centrale de filtration : Noir de carbone à côté du réseau <b>d'eaux</b>	2 sondages : S6 et S7	-
Bâtiments et hangars de stockage (TPH + HAO + BTEX + COHV)	15 sondages : S8 à 18, S21 et S32 à S34	-
Silos : Noir de carbone à côté du réseau <b>d'eaux</b>	1 sondage : S22	-
Services : Hydrocarbures	2 sondages : S20 et S23	-
Centrale électrique + <b>fuite d'hydrocarbure</b> en 2009	4 sondages S24 à S27	-
Zone à bacs principaux (fuite de TAR)	-	22 sondages : PM14 à PM34
Bassins de décantation	4 sondages : S28 à S31	-
Zone potentielle de noir de carbone enterré	-	11 sondages : PM1 à PM11

Tableau 5 : Distribution des sondages au droit du site  
(Extrait du rapport URS référencé AIX-RAP-10-02677B)

Les sondages ont été descendus à un maximum de 4,2 m de profondeur.

La lithologie rencontrée correspond à :

- Un revêtement de surface en enrobé, dalle de béton ou du gravier ;
- Une couche de remblais argileux de 3,0 m d'épaisseur maximum ;
- Une alternance de bancs marno-calcaires jaunes à gris.

Des sondages ont subi des refus dans les bancs calcaires ou les bancs marno-calcaires.

Des arrivées **d'eau** ont été observées principalement à 0,5 m de la surface excepté au droit des sondages PM13 et PM17 avec des **niveaux d'eau** respectifs à 1,80 m et 2,90 m de profondeur.

Des indices organoleptiques ont été observés (couleur, irisation des sols en contact avec **l'eau**) et des mesures au PID ont été réalisées. La plus forte valeur mesurée au PID est de 1 241 ppm au droit du sondage S28 entre 0,4 et 0,8 m. Les autres observations sont :

- Des remblais noirs au droit des sondages S2bis, S3, S8, S11, S12, S13 et S15 à S30 ;
- Des **dépôts d'hydrocarbures** lourds au droit de la zone des bacs journaliers ;
- Des dépôts de noir de carbone au droit de la forêt de pin.

Le programme analytique **s'est** fait sur les composés suivants :

- TPH, HAP et MTBE dans les zones potentiellement contaminées par les hydrocarbures lourds ;
- TPH dans les zones des bacs (journaliers et principaux) ;
- HAP dans les zones potentiellement contaminées par le noir de carbone ;
- COHV et BTEX répartis selon les indices organoleptiques ;
- 8 Éléments traces métalliques pour une sélection d'échantillons ;
- 6 analyses sur la granulométrie et le carbone organique total pour les calculs de risque sanitaire.

#### Investigations sur les eaux souterraines :

Dans la cadre de ce rapport, il a été réalisé :

- **L'installation** de 5 piézomètres (CP5 à CP9) **d'une** profondeur allant de 15 à 21,5 m de profondeur ;
- La surveillance des nouveaux piézomètres et des anciens ;
- Le prélèvement de 10 échantillons **d'eaux** (un pour chaque piézomètre) ;
- Le prélèvement des flottants rencontrés et analysés pour caractérisation.



Deux campagnes de prélèvements ont été réalisées en mars et avril 2010.

Dans le cas des puits artésiens, les mesures in-situ (niveau d'eau + paramètres physico-chimique) et la purge n'ont pas été réalisées.

Le piézomètre CP3 était en cours de pompage par le site industriel situé en amont (société LBI) pour récupérer les produits répandus.

Le programme analytique s'est fait sur les composés suivants :

- Les 8 éléments traces métalliques ;
- Les BTEX ;
- Les HAP ;
- Les COHV ;
- Les TPH ;
- MTBE et autres organiques ;

Investigations sur les eaux de surface :

- Un prélèvement à côté du bassin de décantation dont les eaux proviennent des résurgences et sont évacuées directement vers l'étang de Vaine ;
- Un prélèvement au droit de la résurgence situé au Nord du site ;
- Un prélèvement à la sortie du bassin de décantation.

Un autre prélèvement a lieu dans les sédiments à la sortie du réseau de drainage du site.

Le programme analytique s'est fait sur les composés suivants :

- Les BTEX ;
- Les HAP ;
- Les COHV ;
- Les TPH ;
- Le MTBE.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire AGROLAB.

Résultats d'analyses :

- Pour les sols :
  - Au droit des bacs principaux et journaliers, des impacts en composés HAP ont été mesurés. La valeur la plus haute a été mesurée au droit des précédentes fuites. Les impacts ont été mesurés dans la formation de surface sur 1,0 m de profondeur ;
  - Des TPH ont aussi été mesurés dans la formation de surface sur 1,0 m de profondeur inclus dans la pollution aux HAP. Le volume a traité est estimé à 1 750 m<sup>3</sup> ;
  - La zone où le noir de carbone est enterré est localisé sur une emprise de 500 à 600 m<sup>2</sup> sur 0,1 à 0,5 m de profondeur soit un volume compris entre 50 et 75 m<sup>3</sup> ;
  - Le reste du site comprend :
    - Un impact ponctuel en BTEX et TPH autour du bassin des eaux d'orages ;
    - Un impact en TPH lié aux activités de CABOT au droit de la station de desserte de gasoil et de la station de nettoyage au Nord du site ;
    - Un impact en TPH lié aux eaux souterraines au Sud des bâtiments administratifs ;
    - Un impact en TPH à proximité du laboratoire.
  - Aucun impact sur lixiviation n'a été observé excepter sur un sondage.
- Pour les eaux souterraines :
  - Les phases flottantes correspondent à du diesel. L'impact aurait une dizaine d'année ;
  - Des impacts importants en BTEX, TPH et COHV ont été mesurés sur l'ensemble du site à mettre en relation avec la mauvaise qualité des eaux souterraines de l'ensemble de la zone industrielles ;
  - Le découpage des aliphatiques et des aromatiques a permis d'identifier des hydrocarbures volatils sur l'ensemble du site y compris au droit du piézomètre CP3 présentant en plus des hydrocarbures lourds ;
  - Des impacts ponctuels en arsenic et HAP ont été observés ;



Au vu de des résultats d'analyses et de caractérisation, les impacts mesurés dans les eaux souterraines sous la propriété de CABOT et les produits du site voisin (société LBI) sont similaires.

- Pour les eaux de surface :
  - o Les eaux souterraines impactées ressortent par les résurgences et les piézomètres artésiens. Elles s'écoulent donc en surface vers le réseau d'évacuation des eaux du site qui débouchent vers l'étang de Vaine ;
  - o Le prélèvement à côté du bassin de décantation montre un fort impact en benzène supérieur à la valeur seuil de l'OMS mais inférieur au seuil de rejet. Des valeurs en COHV confirme l'origine souterraine de la pollution ;
  - o Des faibles concentrations en composés organiques ont été mesurées dans les prélèvements de la résurgence au Nord ;
  - o De fortes concentrations en HAP et TPH ont été mesurées dans les sédiments à la sortie du réseau de drainage. Ces sédiments proviennent à la fois du site de CABOT mais aussi du site industriel localisé au Nord sur le site de CABOT. Il n'est donc pas possible d'identifier précisément l'origine de cette pollution. Néanmoins, l'origine de cet impact peut être en lien avec ceux observés dans les eaux souterraines ou les eaux superficielles (rejet direct dans l'Étang) au droit du site CABOT. Pour rappel l'origine de cet impact provient du site voisin (société LBI).

Le rapport conclut :

« [...] Compte tenu du projet d'aménagement ; les terres contaminées situées au droit du futur bâtiment devront être éliminées en centre adapté ou faire l'objet de mesure de gestion particulière sur site. En l'état, le volume de terres nécessitant un traitement pourrait représenter 15 200 m<sup>3</sup> sur la base d'une excavation moyenne de 1 m de profondeur. Par ailleurs, suite aux excavations, des mesures en fond de fouilles devront être effectuées en vue de réaliser une Analyse des Risques Résiduels pour validation ou non de la compatibilité des contaminations résiduelles avec le projet.

Au niveau des extérieurs, une EQRS en vue de valider ou non la compatibilité des contaminations présentes avec l'usage envisagé devra être réalisée ainsi qu'un recouvrement de l'ensemble du site. Si nécessaire, des mesures de gestion complémentaires vis-à-vis de certaines zones devront être mises en œuvre (traitement sur site ou hors site) en fonction des résultats de l'EQRS.

Enfin, une surveillance des eaux souterraines et superficielles doit être maintenue ainsi qu'une interdiction d'utilisation de ces eaux. »

### 3. DIAGNOSTIC DE POLLUTION DE SOL (N°F13T1/10/14-01) – SOCOTEC INDUSTRIES - 28 SEPTEMBRE 2010

---

Ce rapport a été réalisé à la demande de CAPITAL PREMIUM. Il s'agit d'une traduction en français des rapports d'URS qui ont été rédigés en anglais. Aucune investigation complémentaire ou information nouvelle n'est apportée par ce rapport.

### 4. ARRÊTÉ COMPLÉMENTAIRE DU 8 JUIN 2011 (N°167-2011 PC)

---

Cet arrêté est relatif au plan de gestion et à la réhabilitation du site de CABOT France.

Cet arrêté tient compte entre autres :

- Du plan de gestion et de réhabilitation présenté le 20 décembre 2011 par la société CABOT France suite à la cessation d'activités du site ;
- De la nécessité d'imposer des prescriptions complémentaires en vue de fixer les travaux et mesures de surveillance.



La société CABOT France doit procéder aux travaux de réhabilitation décrits dans le plan de gestion référencé « AIX-RAP-10-02723D » du 15 décembre 2011 pour les sources de pollution suivantes :

- Pollution en hydrocarbures aromatiques lourds (TAR) dans la zone des bacs journaliers et en bordure Ouest des bacs principaux ;
- Pollution aux hydrocarbures au droit d'une ancienne cuve en limite méridionale du site et au droit des tuyauteries de gasoil en limite septentrionale du site ;
- Pollution en TAR/Nocylène entre le mur de soutènement et le mur Nord du site.

Les **délimitations d'excavations** sont précisées dans le plan de gestion.

L'**exploitant** se limite autant que possible à la zone non saturée.

Des prélèvements de contrôle doivent être réalisés en fond de fouille et en paroi à la fin des travaux pour vérifier la comptabilité vis-à-vis du risque sanitaire.

Un rapport de fin de travaux doit être réalisé et qui précise :

- La description des travaux réalisés avec plan et photographies ;
- Le volume et la destination des terres polluées pour chaque zone excavée ;
- Une évaluation de la contamination résiduelle en flanc et fond de fouille ;
- Une analyse des risques résiduels.

Les bâtiments du site doivent être entièrement démantelés sur une durée de 2,5 ans à partir de la date de **l'arrêt**.

## 5. RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX DE RÉHABILITATION (N°PAR-RAP-11-06683B) – URS - 22 JUIN 2011

---

Suite à la cessation **d'activité** du site Cabot France, les installations du site ont été mise en sécurité, nettoyées et démantelées jusqu'à fin 2010 afin de permettre un début des travaux de réhabilitation du site début 2011. Les travaux de réhabilitation du site Cabot France de Berre-l'Étang ont été réalisés par URS France de mars à juin 2011 et donne lieu au rapport de fin de travaux référencé PAR-RAP-11-06683B.

Cette évaluation fait suite à une étude de la qualité des sols et des eaux souterraines, référencée n°AIX-RAP-10-02677B, réalisée par URS France et en date du 17 septembre 2010. Une étude historique et documentaire a également été réalisée par URS France, référencé n°AIX-RAP-09-01641B en décembre 2009.

Les investigations environnementales réalisées en 31 mai 2010 par URS France ont permis de mettre en évidence des sources de contamination en lien avec les anciennes activités industrielle du site, à savoir :

- Des sols superficiels impactés en hydrocarbures aromatiques polycyclique (HAP) au droit des bacs journaliers et à proximité Ouest des bacs principaux de stockage de matière première. Des concentrations en HCT ont également été identifiées au droit des sols superficiels ;
- Des sols impactés en hydrocarbures résiduels à l'**emplacement de l'ancienne cuve de fioul** en limite Sud du site. Excavation de la cuve en 2003 ;
- Des impacts résiduels en hydrocarbures au droit des tuyauteries de gasoil situées au Nord du site.  
Excavation de la cuve en 2009 ;
- Des sols superficiels contenant du TAR/Nocylène situés en limite Nord du site sous-jacents au réseau de distribution d'hydrocarbures. Quelques concentrations en HCT et HAP.

Les travaux de réhabilitation ont été réalisés en 2011 en accord avec **l'arrêt** préfectoral complémentaire n°167-2011 du 8 juin 2011 pour encadrer **les travaux**. L'**objectif** de cette réhabilitation était **l'excavation** des sources de contamination et leurs éliminations hors site, à savoir :

- **L'excavation** des sols impactés en HAP dans la zone des bacs journaliers et dans la partie Ouest des zones des bacs principaux de stockage de matières premières ;



- **L'excavation** des sols impactés en hydrocarbures au droit de l'ancienne cuve de fuel enterrée dans la partie Sud du site ainsi que les terres situées au droit des tuyauteries de transport de gasoil en limite Nord du site ;
- Excavation des sols impactés par du TAR/Nocylène en limite Nord du site.

À l'issue des travaux de réhabilitation, l'arrêté préfectoral requiert un abaissement des concentrations en HCT inférieures à 500 mg/kg afin de rendre compatible l'état du sol avec l'usage futur. De plus, ce dernier prévoit également le démantèlement des piézomètres CP3c et CP5 à CP9.

Les travaux d'excavation des sols impactés ont été réalisés entre le 21 mars et le 20 mai 2011 et ont permis l'évacuation de 3 575 tonnes soit approximativement 2 415 m<sup>3</sup> de terre répartis entre les différentes zones, à savoir :

- 1 024 m<sup>3</sup> de sols ont été excavés dans la zone des bacs principaux ;
- 752 m<sup>3</sup> de sols ont été excavés dans la zone des bacs journaliers ;
- 628 m<sup>3</sup> de sols ont été excavés dans la zone de l'ancienne cuve de fioul enterrée ;
- 9 m<sup>3</sup> de sols ont été excavés dans la zone des tuyauteries de transport de gasoil ;
- Et environ 2 m<sup>3</sup> de sols ont été excavés dans la zone de déversement de TAR/Nocylène.

Lors des excavations, des échantillons de bords et fond de fouille ont été prélevés et systématiquement analysés pour les HCT et HAP afin d'optimiser au maximum l'évacuation des terres impactées. Une fois les terres excavées, elles ont été stockées par lots de 25 à 30 m<sup>3</sup> où des prélèvements ponctuels ont été réalisés afin de déterminer l'orientation appropriée des sols avant leur élimination en centre agréé. Les terres supposées propres (HCT < 500 mg/kg) ont été utilisées en terres de remblais des excavations. Le reste des terres a été éliminé soit en biocentre (SITA FD Bellegarde), soit en installation de stockage de déchets dangereux (ISDD de SITA FD Bellegarde) ou bien comme combustible secondaire à la cimenterie Lafarge de Frontignan.



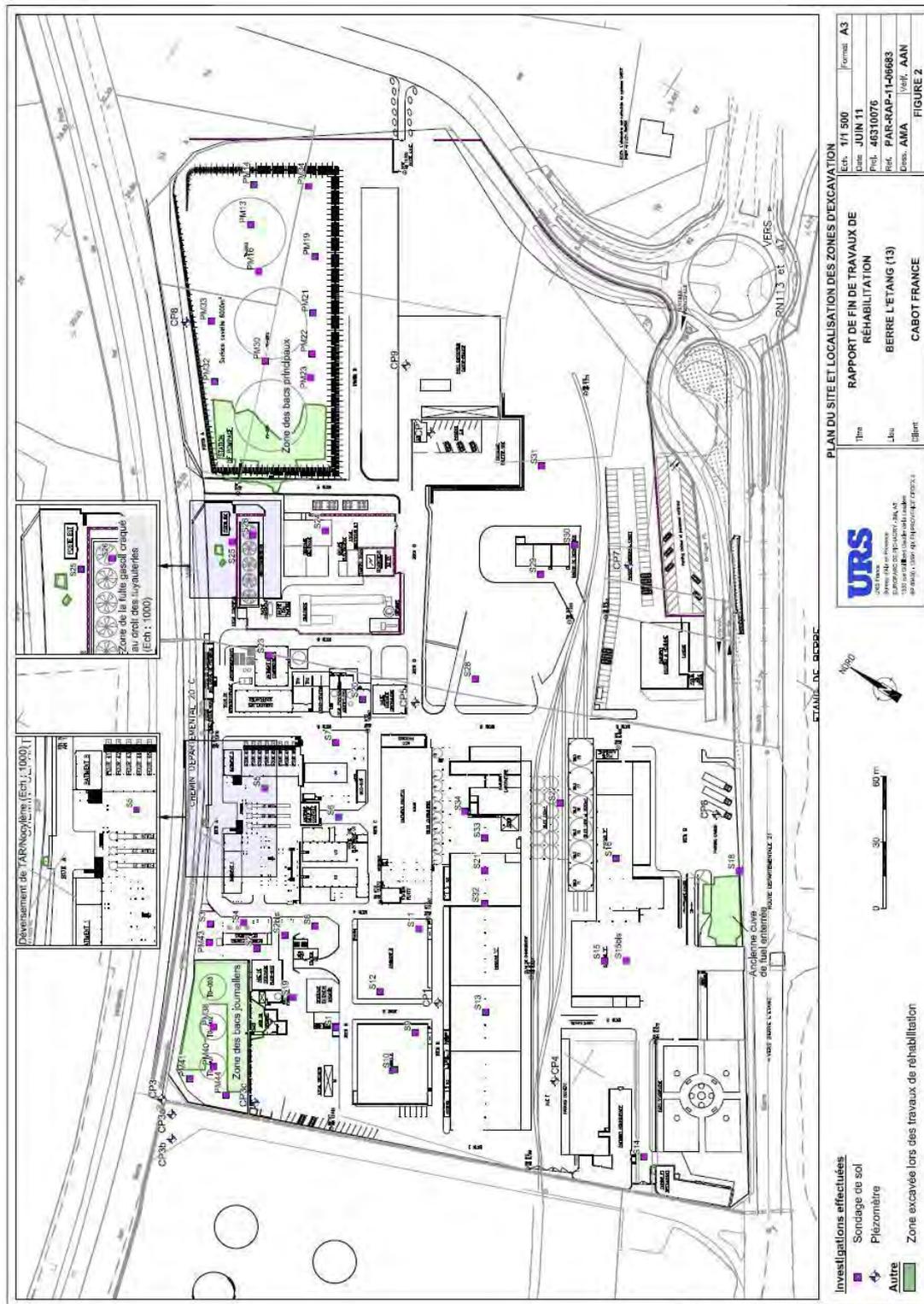


Figure 8 : Plan de localisation des zones d'excavation  
(Extrait du rapport de fin de travaux de réhabilitation réalisé par URS en juin 2011 et référencé PAR-RAP-11-06683B)

Ajoutée aux évacuations de terres, une analyse des risques résiduels (ARR) a été réalisée **afin d'évaluer** quantitativement les risques sanitaires potentiels liés à l'exposition des futurs utilisateurs aux concentrations résiduelles en polluant.

Bien que centrés sur les activités historiques de Cabot et la pollution du **site d'étude**, les risques associés à la **présence d'une** contamination sur le site voisin LBI ont également été analysés de manière quantitative.

Le rapport conclut :

« [...] Les niveaux de risque calculés pour les futurs employés du site en lien avec la contamination résiduelle associée aux activités historiques de CABOT et avec la contamination liée au site voisin sont inférieurs aux valeurs de référence à la fois pour les effets à seuil et les effets sans seuil. »

## 6. COURRIER DE LA DREAL DU 27 JUIN 2011

---

Le courrier concerne la réhabilitation des sols au droit de l'ancienne usine CABOT France.

Suite à la notification de cessation d'activité du 18 novembre 2009, du plan de gestion du 20 décembre 2009 et du rapport de fin de travaux du 22 juin 2011 et à la visite de l'inspection des installations classées du 16 juin 2010, la cessation définitive d'activité peut être menée à terme lorsque les équipements industriels destinés à l'abandon seront démantelés à échéance du 8 décembre 2013.

## 7. ARRÊTÉ DU 31 JUILLET 2014 (N°253-2014 SUP)

---

Cet arrêté impose des servitudes d'utilité publique sur le site exploité antérieurement par la société CABOT France.

Cet arrêté tient compte entre autres :

- De l'arrêté préfectoral n°329-2008 du 4 mars 2010 ;
- Du plan de gestion et de réhabilitation présenté le 20 décembre 2011 par la société CABOT France suite à la cessation d'activités du site ;
- De l'arrêté préfectoral n°167-2011 PC du 8 juin 2011 ;
- Du rapport d'inspection des installations classées du 19 janvier 2011 ;
- Du rapport d'inspection des installations classées du 28 mars 2014 ;
- De la nécessité d'instaurer des servitudes d'utilité publique pour protéger les tiers des pollutions des sols et des eaux souterraines ;
- De la nécessité de maintenir dans le temps, la surveillance d'une pollution.

Cet arrêté s'applique à l'ensemble des parcelles du site.

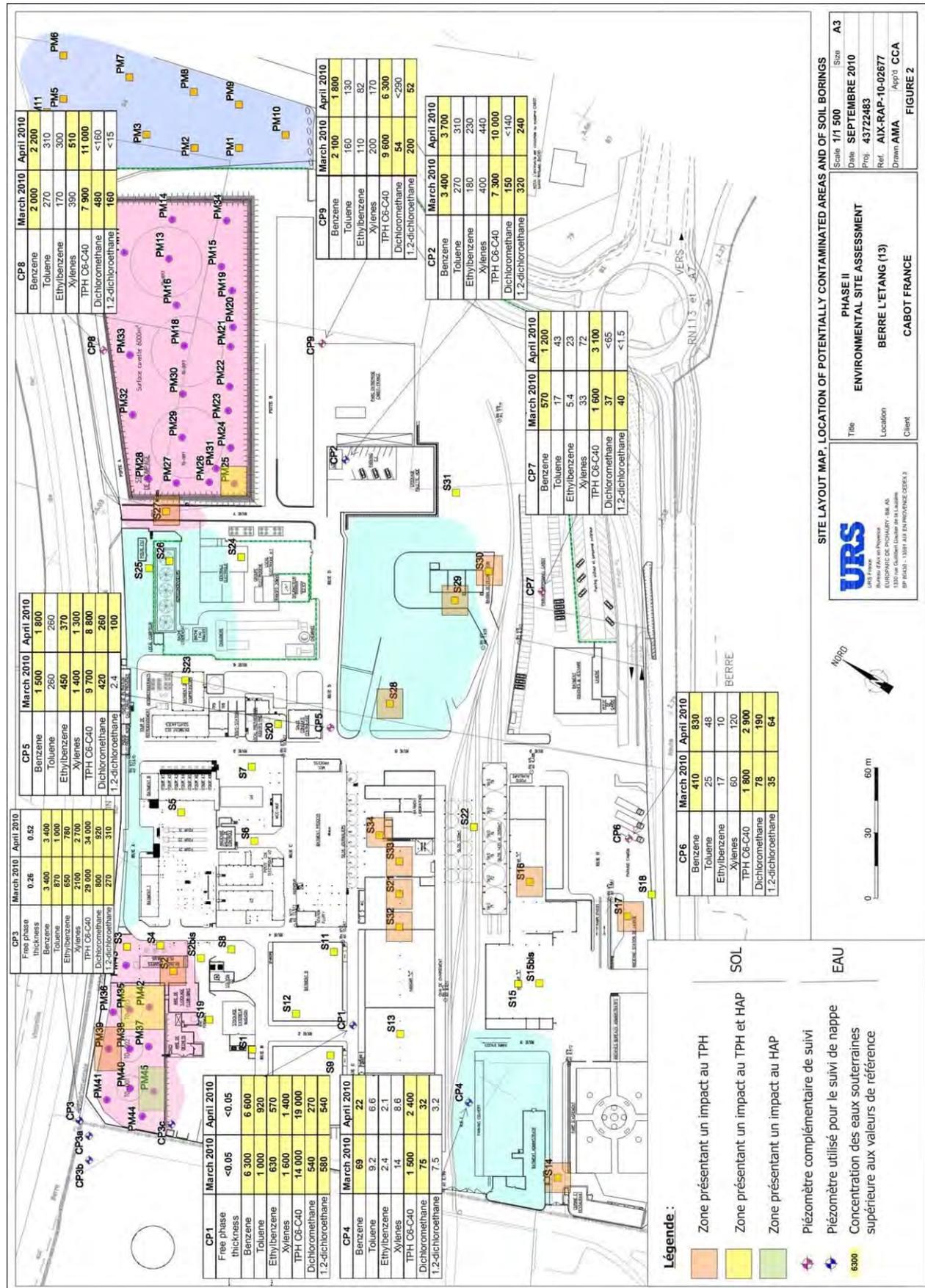
Les servitudes de cet arrêté complètent celles de l'arrêté du 4 mars 2010 :

- Une évaluation du risque sanitaire lié au transfert de vapeur dans les espaces clos doit être réalisée pour toute construction impliquant la présence de personnes dans un espace intérieur ;
- En cas de réalisation de travaux d'affouillement, le propriétaire doit :
  - Faire réaliser une étude préalable examinant la compatibilité du projet avec l'état environnemental du sol et des eaux souterraines dans la zone d'aménagement. Le rapport précisera éventuellement les mesures de gestion et les dispositions constructives particulières à mettre en œuvre ;
  - Mettre en œuvre les mesures de gestion ainsi que les dispositions constructives particulières définies dans l'étude préalable ;
  - En cas de résurgence d'eau polluée en hydrocarbures lors des travaux, il faut traiter les eaux avant rejet en milieu naturel et limiter l'exposition des travailleurs.
- Les canalisations d'eau potable devront au maximum être hors sol. Pour les parties enterrées, il faudra les isoler des terres et des eaux souterraines ;
- Les zones non bâties devront être laissées en accès libre dans le cadre de réalisation d'ouvrage pour la surveillance de la qualité des eaux souterraines. Les résultats de la surveillance devront être communiqués aux maires des communes concernées.



8. SYNTHÈSE DES DIAGNOSTICS

La figure ci-après présente la synthèse des investigations menées par URS en 2010.



## IV. VISITE DU SITE

*La fiche de visite est fournie en annexe 3.*

La visite du site vise à examiner l'état actuel du site et de ses environs immédiats. Elle a été effectuée le 04 avril 2019.

**La zone d'étude** correspond à une friche industrielle anciennement occupée par des usines pétrochimiques. Lors de la visite de site, la zone était entièrement démantelée. Seuls deux éléments bâtis étaient encore subsistants.

Le site présente plusieurs niveaux aménagés en terrasses. Il est situé à une altimétrie comprise entre 2 m NGF au Sud et 23 m NGF au Nord-Est. La figure suivante présente les différents paliers d'altitude.



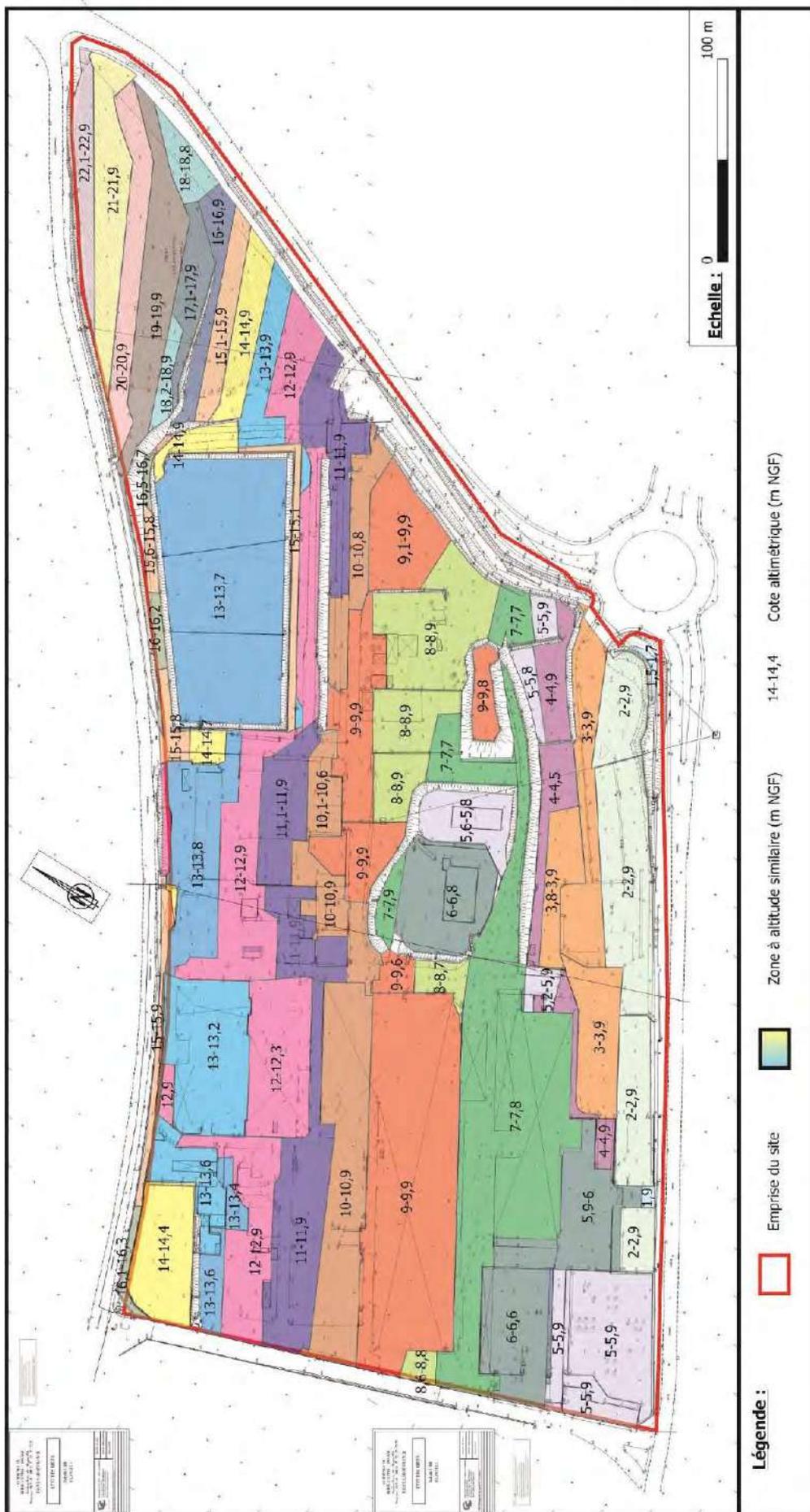


Figure 10 : Différentes altitudes du site d'étude

Source fond : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

## 1. SITE SENSU STRICTO

---

Le site est une friche issue de la démolition d'installations pétrolières. Les infrastructures ont été laissées en place. Le site est ceint par des grillages. Deux portails permettent d'y accéder soit depuis la D.21 au Sud soit depuis la route communale au Nord.

Le terrain présente un fort dénivelé depuis le Nord (route communale) vers le Sud (D21 et étang de Berre).

Les sols du site sont :

- Soit végétalisés (enherbés, boisés),
- Soit recouverts par de l'enrobé ou une dalle béton. De plus les fondations et planchers ferrailés des anciennes structures sont encore présents. L'épaisseur de béton peut atteindre jusqu'à 1 m.

Au regard **des diagnostics antérieurs**, l'emprise se composait de plusieurs zones : administratives, techniques, stockage. La connaissance de ces différentes zones et des constructions afférentes ont permis d'**orienter** la visite de site.

Subsistent aujourd'hui sur site :

- Un poste de détente de gaz GDF ;
- Une citerne dans le sol ;
- Un bassin de décantation ;
- Un bassin d'orage ;
- Un parc d'agrément ;
- Un poste de filtration et électrique.

La figure suivante présente l'emplacement des anciens équipements, les équipements subsistants ainsi que la localisation des prises de vue.



Figure 11 : Occupation des sols  
 Source fond : Géoportail

Lors de la visite de site, trois accès au site ont été repérés :

- Un accès principal au Sud-Est via la départementale 21 ;



*Photographie 1 : accès principal*

- Un accès secondaire au Nord via une voie communale ;



*Photographie 2 : accès secondaire*

- Un accès « sauvage » via la forêt de pin (grillage endommagé).



*Photographie 3 : accès « sauvage »*

Le tableau suivant présente la localisation des différentes zones ainsi que des photographies les illustrant.

Localisation de la zone	Description de la zone	Surface approximative (m <sup>2</sup> )
Nord-Ouest	Ancienne zone à bacs journaliers	2 107 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 4 : zone à bacs journaliers</i></p>		
Nord-Ouest	Ancienne aire de stockage	2 750 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 5 : Aire de stockage</i></p>		
Nord-Ouest	Zone de deux anciens bâtiments	2 470 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 6 : emplacement des anciens bâtiments</i></p>		 <p><i>Photographie 7 : emplacement des anciens bâtiments</i></p>

Localisation de la zone	Description de la zone	Surface approximative (m <sup>2</sup> )
Centre-Ouest	Zone d'anciens hangars	5 320 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 7 : emplacement des anciens hangars</i></p>		
Sud-Ouest	Zone administrative et parc d'agrément	6 640 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 8 : zone administrative</i></p>		 <p><i>Photographie 9 : parc d'agrément</i></p>
Centre-Sud	Zone d'Anciens hangars	3 290 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 15 : anciens hangars</i></p>		

Localisation de la zone	Description de la zone	Surface approximative (m <sup>2</sup> )
Centre-sud	Zone d'anciens silos	1 510 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 14 : emplacement des anciens silos</i></p>		
Nord-Ouest	Zone d'anciens bâtiments process, four et pompe	8 790 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 5 : Emplacement des anciens bâtiment process, four et pompe</i></p>	 <p><i>Photographie 6 : Emplacement des anciens bâtiment process, four et pompe</i></p>	
Centre	Zone de l'ancien laboratoire	940 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 10 : emplacement de l'ancien laboratoire</i></p>		

Localisation de la zone	Description de la zone	Surface approximative (m <sup>2</sup> )
Centre-Sud	Parking camion	1 140 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 15 : parking camion</i></p>		
Centre-Nord	Zone des anciens bâtiments techniques	2 535 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 19 : emplacement des anciens bâtiments techniques</i></p>		 <p><i>Photographie 20 : emplacement des anciens bâtiments techniques</i></p>
Centre-Nord	Poste de filtration et poste électrique	190 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 18 : poste de filtration et poste électrique</i></p>		

Localisation de la zone	Description de la zone	Surface approximative (m <sup>2</sup> )
Centre-Nord	Zone de la centrale électrique, chaudière	5 635 m <sup>2</sup>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p><i>Photographie 22 : emplacement de l'ancienne centrale électrique et de l'ancienne chaudière</i></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><i>Photographie 21 : emplacement de l'ancienne centrale électrique et de l'ancienne chaudière</i></p> </div> </div>		
Centre	Bassin d'orage	395 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 11 : bassin d'orage</i></p>		
Centre	Bassin de décantation	255 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 12 : bassin de décantation</i></p>		

Localisation de la zone	Description de la zone	Surface approximative (m <sup>2</sup> )
Centre-Sud	Zone des anciens vestiaires, parking	4 590 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 16 : anciens vestiaires</i></p>		 <p><i>Photographie 17 : Parking</i></p>
Nord-Est	Zone des anciens bacs principaux	8 800 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 13 : zone des anciens bacs principaux</i></p>		
Sud-Est	Ancienne zone d'aire de stockage	5 095 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 23 : ancienne aire de stockage</i></p>		 <p><i>Photographie 24 : ancienne aire de stockage</i></p>

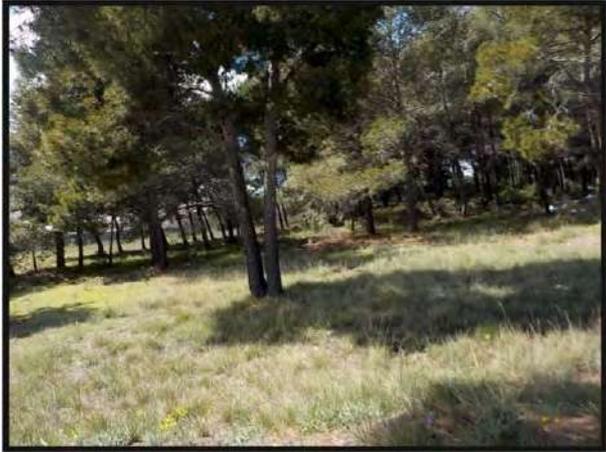
Localisation de la zone	Description de la zone	Surface approximative (m <sup>2</sup> )
Centre-Est	Poste GDF	270 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 25 : poste GDF</i></p>		
Sud-Est	Nature d'ouvrage indéterminé (possible citerne)	120 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 25 : citerne</i></p>		
Nord-Est	Forêt de pins	17 150 m <sup>2</sup>
 <p><i>Photographie 26 : Forêt de pins</i></p>		

Tableau 6 : Description de la zone d'étude

## 2. MESURES IN SITU

Lors des investigations de terrain, une recherche des piézomètres existants sur site a été effectuée.

Sur les 12 piézomètres réalisés sur site :

- Trois sont hors d'usage du fait de l'absence de capot de protection ;
- Deux n'ont pas été retrouvés à cause de l'encombrement du site ;
- Six ont été démantelés (remblayés par injection de ciment-bentonite) comme mentionné dans le rapport d'URS de fin de travaux de réhabilitation (rapport n°46310076 du 22/06/2011) ;
- Seul le piézomètre CP1 installé par URS a permis de mesurer un niveau d'eau. Néanmoins celui-ci est fortement ensablé (profondeur réelle : 5,42 m / profondeur de foration : 15,05 m).

Ouvrage	Altitude (m NGF)	Niveau d'eau mesuré / sol (m)	Altitude eau (m NGF)
CP1	10	3,35	6,65

De plus, la sonde piézométrique utilisée a permis de mettre en évidence la présence d'eau minimum 1 m de phase flottante. Les photos ci-dessous montrent la localisation du piézomètre et la présence de phase flottante sur la sonde piézométrique.



Localisation du piézomètre CP1



Phase flottante sur sonde piézométrique

La figure suivante présente la localisation des piézomètres.

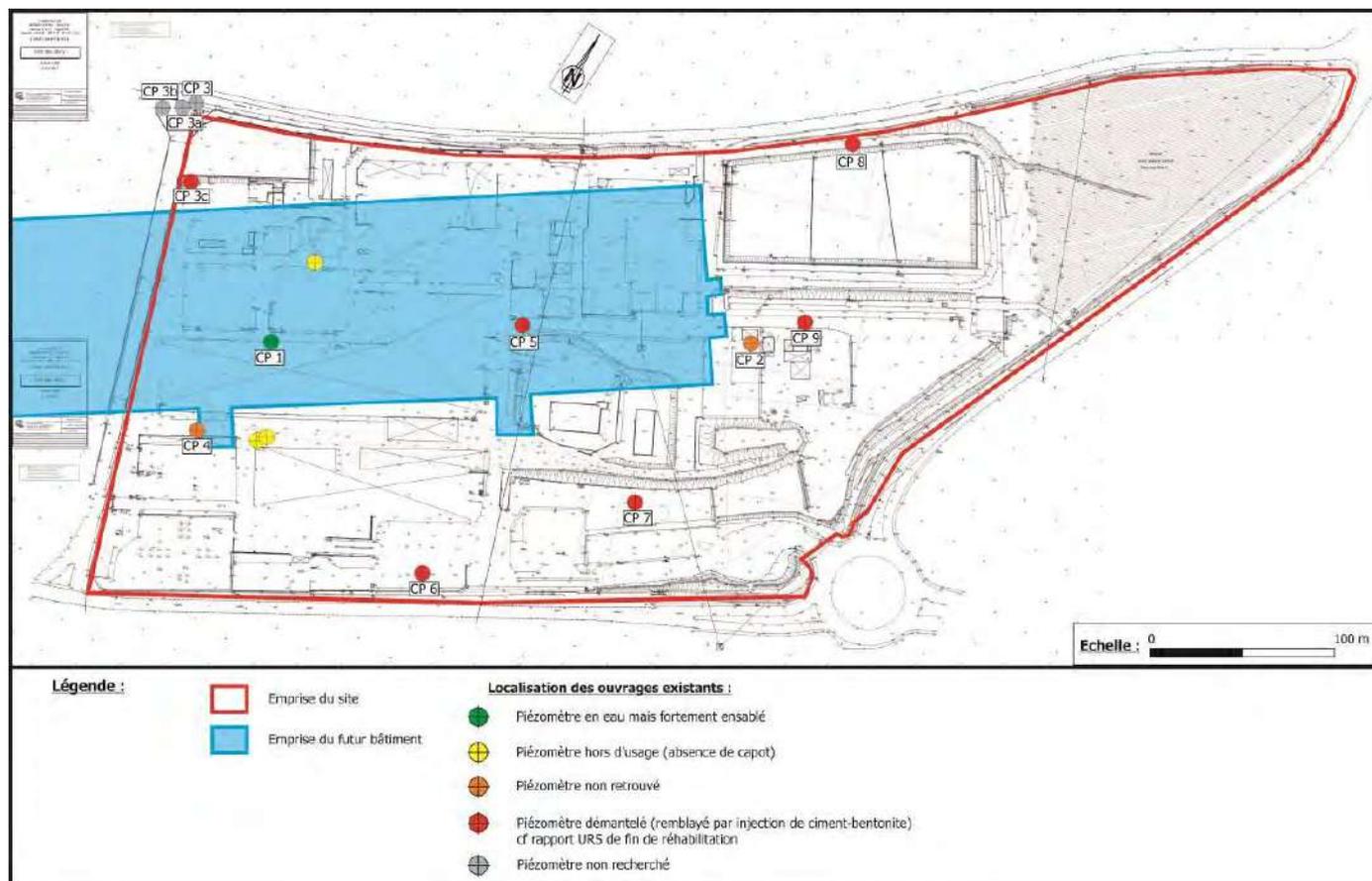


Figure 12 : Plan de localisation des piézomètres existants  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

### 3. PERSONNES RENCONTRÉES SUR SITE

Lors de la visite de site, aucune personne pouvant nous informer sur le passif du **site n'a été** rencontrée.

Néanmoins, nous avons pu rencontrer les techniciens de LYONDELLBASELL (derniers exploitants du site) lors de la visite de reconnaissance des réseaux enterrés. Ces derniers nous ont informés de la présence :

- D'un **réseau d'eau** pluviale traversant le site du Nord au Sud avant de se jeter **dans l'étang** ;
- D'un pipeline longeant la bordure Nord du **site d'étude**.

### 4. CONSTATS DE VISITE

Lors de la visite de site, des indices susceptibles de révéler la **présence d'impact** dans le sous-sol **ou d'un risque d'accident** ont été mis en évidence.

Il **s'agit** de la présence :

- Des anciennes installations pétrochimiques (actuellement démantelées) ;
- Du bassin **d'orage** ;
- Du bassin de décantation ;
- De l'ouvrage de type citerne enterrée dont **l'utilisation** est indéterminée ;
- Des nombreux regards et des réseaux encore enterrés.

Plusieurs actions de mise en sécurité du site sont émises :

- Barriérage de la zone - urgent :

Le site présente à ce jour une clôture en mauvais état **rendant l'accès** au site possible. Il sera nécessaire de terminer la mise en sécurité du site avec la mise en place **d'une barrière infranchissable** autour de **l'ensemble** de la zone conformément à **l'article R.512-39-1** du code de l'environnement (mise à l'arrêt définitif d'une installation classée pour la protection de l'environnement soumise à autorisation – interdiction ou limitation **d'accès** au site).

- Création d'un réseau de surveillance des eaux souterraines – urgent :

Suite à la recherche des piézomètres (réseau de surveillance des eaux souterraines), il a été relevé que seul un piézomètre sur les trois (CP1, CP2, CP4) sous servitude est utilisable.

Il sera donc nécessaire de refaire le réseau de surveillance conformément à **l'arrêté** du 04 mars 2010 imposant la conservation et une servitude **d'accès aux piézomètres**.

- Interdiction d'accès aux résurgences des eaux souterraines – urgent :

Plusieurs piézomètres sont artésiens et entraînent ainsi des résurgences **de la nappe d'eau** souterraine. Il est donc nécessaire conformément à **l'arrêté** du 04 mars 2010 d'interdire **l'accès** aux résurgences avec la mise en place **d'une** clôture et de la tenir en bon état.

- Démantèlement des infrastructures – urgent :

Certains des regards des réseaux enterrés sont sans protection. Il sera nécessaire de démanteler le restant de ces installations souterraines. Celles-ci ont pu servir au transport, stockage de produits pétroliers.

L'ensemble des déchets (eaux souillées, béton, tuyauterie) devra être évacué en filière spécifiques et agréées.



*Vue d'un réseau au droit du site*

- Démolition de superstructures (bâtiments, réseaux) – à prévoir :

Les fondations et les planchers ferrillés sont encore présents. Il sera nécessaire de finaliser la démolition dans le cadre de la réalisation des travaux.

## 5. ABORDS DU SITE

Le site est ceinturé dans un rayon de 100 m par :

- À l'Est, la départementale D20F puis plusieurs sociétés (ferrailleurs) ;



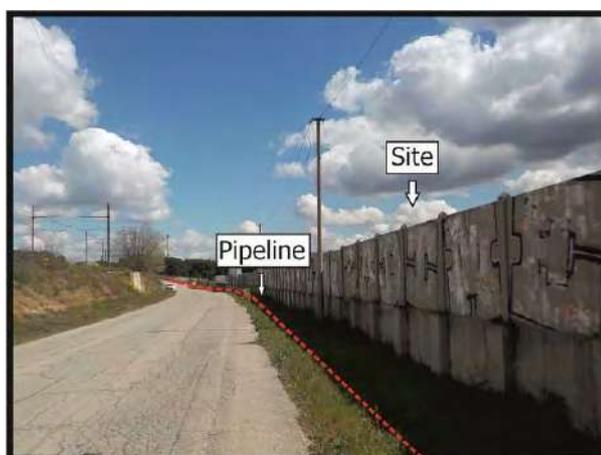
Photographie 31 : Est du site

- À l'Ouest, un chemin de terre puis un ancien site pétrolier (site VAINÉ).



Photographie 32 : Ouest du site

- Au Nord, une voie communale puis les voies ferrées et enfin d'autres sites pétroliers.



Photographie 33 : Nord du site

Il est important de noter que sous l'espace végétalisé le long de la bordure du site, un pipeline en utilisation est enterré (source : LYONDELLBASELL).

- Au Sud, la départementale 21 puis l'étang de Vaine (Étang de Berre)



Photographie 34 : Sud du site

## V. ÉTUDE HISTORIQUE

### 1. SOURCES D'INFORMATION

Cette étude historique se fonde sur la consultation des services référencés dans le tableau suivant.

Organisme consulté	Mode de consultation	Date
Institut Géographique National (IGN)	Site internet <a href="http://remonterletemps.ign.fr/">http://remonterletemps.ign.fr/</a>	30 Octobre 2019
Google Earth	Logiciel	12 Juin 2019
Préfecture des Bouches-du-Rhône	Documents transmis	
Inventaire des sites et sols pollués du ministère de l'environnement (BASIAS et BASOL)	Internet (site <a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a> )	06 Juin 2019
Archives départementales des Bouches-du-Rhône	Documents transmis	
Potentiel radon	Site internet <a href="https://www.irsln.fr/">https://www.irsln.fr/</a>	24 Octobre 2019

Tableau 7 : Sources d'information - étude historique

### 2. ANALYSE DES PHOTOGRAPHIES ANCIENNES

Dans le but de définir l'occupation du site et de ses alentours au cours du temps, le logiciel GOOGLE EARTH a été consulté le 12 juin 2019 puis la photothèque de l'Institut Géographique National (IGN) le 30 octobre 2019.

#### 2.1. Références des photographies aériennes

Les photographies IGN et GOOGLE EARTH sont données en annexe 4.

Date	Mission	Echelle	N°Cliché	Couleur / N&B	Qualité	Source
03/08/1926	C3145-351_1926_NP8_1048	1/9927	1048	N&B	Mauvaise	IGN
26/08/1935	C3044-381_1935_NP7_0119	1/11319	119	N&B	Mauvaise	
28/12/1943	C3639-0691_1943_33S26_4073	1/13984	4073	N&B	Mauvaise	
09/12/1950	C3144-0221_1950_CDP3555_0009	1/4584	9	N&B	Bonne	
01/14/1959	C3144-0061_1959_FR130P_0485	1/12709	485	N&B	Bonne	
01/01/1965	C3144-0271_1965_CDP7324_5695	1/15047	5695	N&B	Bonne	
01/02/1972	C3044-0092_1972_FR2193_0005	1/19781	5	Couleur	Bonne	
04/06/1975	C3246-0434_1975_IFN13_IRC_0165	1/16012	165	IR	Bonne	
14/07/1989	C94PHQ1702_1989_FR4472C_0005	1/25477	5	Couleur	Moyenne	
04/04/2002	NR	NR	NR	Couleur	Bonne	Google Earth
23/08/2007	NR	NR	NR	Couleur	Bonne	
21/12/2008	NR	NR	NR	Couleur	Bonne	
11/09/2013	NR	NR	NR	Couleur	Bonne	
01/08/2014	NR	NR	NR	Couleur	Bonne	
14/03/2018	NR	NR	NR	Couleur	Bonne	

Tableau 8 : Références des photographies aériennes

Ces photographies ont été comparées à la photo satellite de Google Earth prise le 14 Mars 2018 considérée comme photographie de référence.



## 2.2. Description des clichés

La description des clichés nécessite de se référer à certains éléments localisés dans la figure ci-dessous.

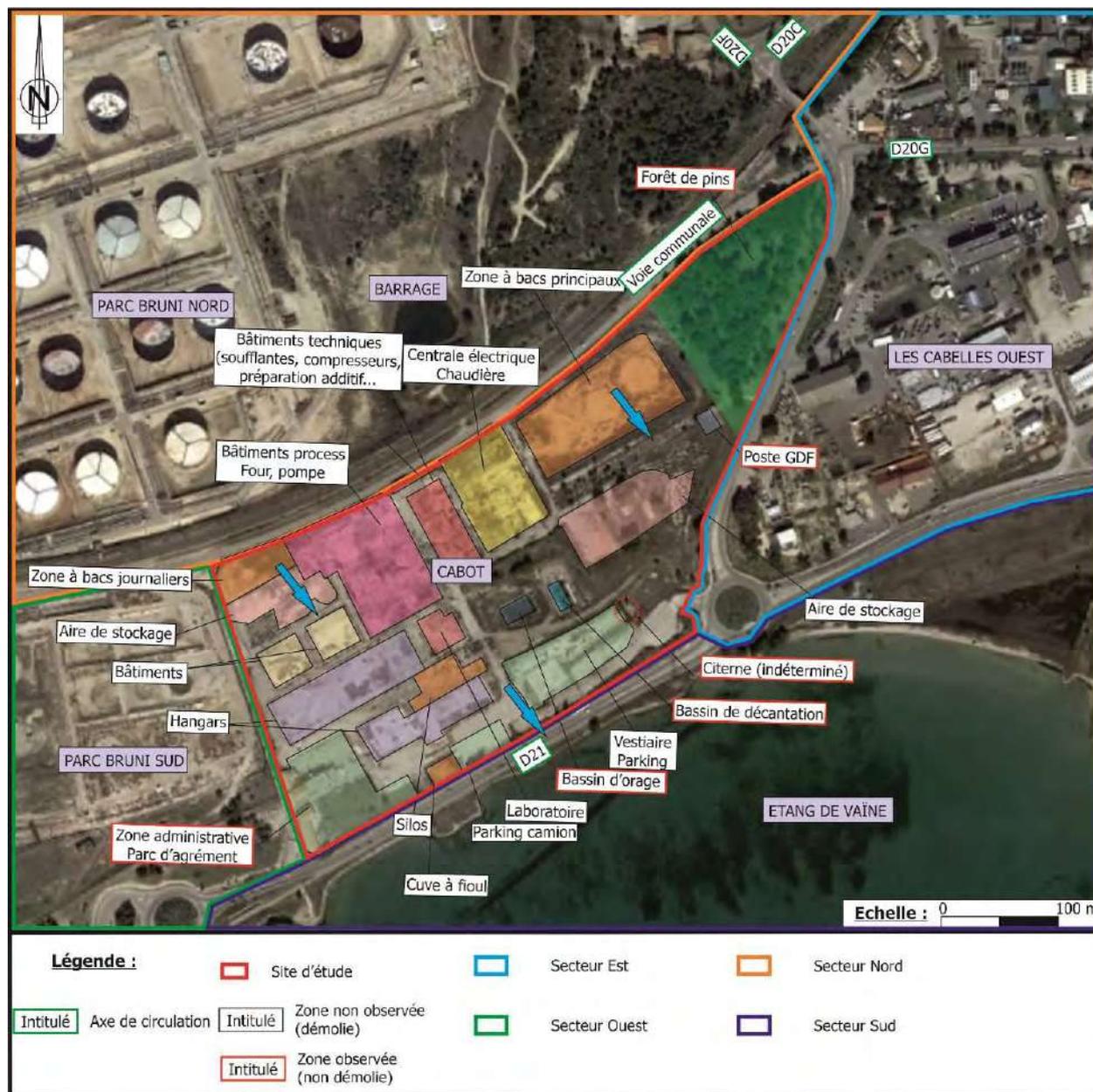


Figure 13 : Photographie de référence pour la description des clichés IGN  
Source fond de carte : Google Earth  
Photographie de référence – 14 Mars 2018

Date	Site		alentours
1926	<p>La zone d'étude est découpée en deux zones via la présence d'un axe de circulation (probable sentier) coupant le site en son centre du Nord au Sud. Cet axe semble délimiter la partie appartenant à la commune de Berre-l'Étang avec celle de Rognac.</p> <p>La moitié Ouest est vierge de tout élément bâti. En ce qui concerne la partie Est, seuls deux bâtiments (probable habitation) sont observés le long de la départementale 21 à proximité de la limite communale Rognac/Berre.</p>	Nord	<p>Les abords sont quasiment vierges de tout élément bâti. Les zones « PARC BRUNI SUD », « PARC BRUNI NORD », « LES CABELLES OUEST » correspondent à des terrains en friche ou des espaces agricoles.</p> <p>Certains axes de circulation sont déjà observés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La voie communale longeant la limite septentrionale du site ;</li> <li>• La départementale 21 en limite méridionale du site longeant l'étang de Berre ;</li> <li>• Le chemin de fer.</li> </ul>
		Est	
		Sud	
		Ouest	
1935	<p><u>Au droit de la partie Ouest :</u> 3 bâtiments de type hangars ou entrepôts sont observés sur la partie Sud. Le reste de la moitié occidentale reste à l'état de friche.</p> <p><u>Au droit de la partie Est :</u> Au Sud le long de la D21, quelques bâtiments sont observés. Ces derniers semblent correspondre à des bâtiments d'habitation.</p> <p>Au Nord, des travaux d'excavation du sol sont observés.</p>	Nord	<p>Au niveau des intersections des axes routiers (D20C et D20F, D20F et D20G), des zones d'excavation de sol sont observées.</p> <p>Les secteurs restent globalement inchangés. La majorité de l'espace correspond à des terrains à l'état de friche ou des terrains agricoles.</p> <p>Le « PARC BRUNI SUD » entre en activité. Au moins 11 silos de stockage de pétrole sont observés dans le périmètre de recherche.</p>
		Est	
		Sud	
		Ouest	
1943	<p><u>Au droit de la partie Ouest :</u> Au moins 3 bâtiments de type hangar ou entrepôt sont observés au Nord des bâtiments visibles en 1935. Ces derniers semblent correspondre aux bâtiments identifiés par les photographies 6, 7 et 8 de la visite de site.</p> <p>Plusieurs autres structures sont visibles au Sud des trois premiers bâtiments. Néanmoins, la qualité de la photographie ne permet pas d'identifier les éléments.</p> <p><u>Au droit de la partie Est :</u> Les travaux d'excavation de sol semblent se poursuivre.</p>	Nord	<p>Les zones d'excavation des sols prennent de l'ampleur.</p> <p>De nouveaux bacs de stockage de produits pétroliers apparaissent sur le « PARC BRUNI SUD ».</p>
		Est	
		Sud	
		Ouest	
1950	<p><u>Au droit de la partie Ouest :</u> Les bâtiments de la zone administrative semblent être observés ainsi que deux structures au droit de la zone référencée « parking camion ». Les rails de train traversant une partie du site sont observées.</p> <p><u>Au droit de la partie Est :</u> Les travaux d'excavation de sol se poursuivent. Un bâtiment au droit de l'actuel bassin d'orage est dorénavant visible.</p> <p>A noter que ce qui semble correspondre à des canalisations aériennes sont observées au-dessus de la route départementale D21 reliant ainsi le site CABOT à l'étang de Berre.</p>	Nord	<p>Le « PARC BRUNI NORD » entre en activité. Une dizaine de bacs de stockage de produits pétroliers sont observés notamment à l'Ouest du secteur.</p> <p>La partie Est présente toujours des travaux d'excavation de sol.</p> <p>Peu de changement notable hormis l'apparition d'une jetée sur l'Étang de Berre dans la prolongation du site CABOT avec le passage de canalisation.</p>
		Est	
		Sud	
		Ouest	
1959	<p><u>Au droit de la partie Ouest :</u> - un des hangars visibles en 1935 a été démolit ; - les trois bacs journaliers au Nord-Ouest du site sont visibles ; - les bâtiments de process, les fours et les pompes sont observées.</p> <p><u>Au droit de la partie Est :</u> - les bâtiments sont observés ; - les travaux d'excavation semblent se poursuivre.</p>	Nord	<p>Peu de changement notable hormis l'apparition de la route départementale D21F longeant la limite de propriété orientale du site.</p>
		Est	
		Sud	



Date	Site		Alentours
		Ouest	
1965	<p>Les structures pétrolières sont bien visibles. La qualité de la photographie permet d'observer la présence de plusieurs cuves aériennes, des différents bâtiments de process, des fours, les zones de stockage, les bâtiments administratifs...</p> <p>La partie Ouest du site semble être dans la configuration du site avant sa démolition. En ce qui concerne la partie Est, les travaux d'excavation semblent terminés.</p>	Nord	Le « PARC BRUNI NORD » s'étend en direction de l'Est.
		Est	La route départementale D21F longeant la limite de propriété orientale
		Sud	Pas de changement notable.
		Ouest	
1972	<p><u>Au droit de la partie Ouest :</u> Pas de changement notable.</p> <p><u>Au droit de la partie Est :</u> Le tracé des rails de train est observé. Le bassin de décantation est apparu.</p>	Nord	Le « PARC BRUNI NORD » semble dans sa configuration actuelle avec l'apparition du barrage.
		Est	La zone industrielle « LES CABELLES OUEST » commence à apparaître avec l'observation de quelques bâtiments de type hangar ou entrepôt.
		Sud	Pas de changement notable.
		Ouest	
1975	<p><u>Au droit de la partie Ouest :</u> Pas de changement notable.</p> <p><u>Au droit de la partie Est :</u> Les trois bacs principaux sont observés.</p>	Nord	Pas de changement notable hormis le nouveau tracé de la départementale 21.
		Est	
		Sud	
		Ouest	
1989	<p><u>Au droit de la partie Ouest :</u> Pas de changement notable.</p> <p><u>Au droit de la partie Est :</u> La centrale électrique, les bâtiments de process (soufflantes, compresseurs), la chaudière et sa cheminée ainsi que l'air de stockage sont observés.</p>	Nord	Aucun changement notable hormis l'expansion de la zone industrielle des « CABELLES OUEST ».
		Est	
		Sud	
		Ouest	
2002	<p>Les différentes installations mises en évidence dans les études antérieures sont observées. Seul manque le bassin d'orage. Un bâtiment est présent au droit de son actuel emplacement.</p>	Nord	Aucun changement notable.
		Est	La zone industrielle les CABELLES OUEST s'étend encore. Néanmoins certains terrains sont encore en friche notamment au Sud de la rue la montée des Pins et à l'intersection entre la départementale D20F et la départementale D21.
		Sud	Aucun changement notable hormis la disparition de la jetée reliant le site CABOT à l'étang de Berre.

Date	Site		Alentours
		Ouest	Le démantèlement du « PARC BRUNI SUD » a commencé. Le secteur est quasiment dans sa configuration actuelle, <b>c'est</b> -à-dire de l'état de friche. Seul deux bacs de stockage sont encore observés.
2007	Le bâtiment localisé au droit de l' <b>actuel</b> bassin <b>d'orage</b> a été démoli. Le reste de la zone semble inchangé.	Nord	Le secteur reste inchangé
		Est	Les terrains en friche au Sud de la rue de la montée des Pins accueillent désormais des bâtiments industriels. La zone industrielle des CABELLES OUEST <b>s'étend</b> .
		Sud	Le secteur reste inchangé
		Ouest	Le secteur reste inchangé
2008	L' <b>actuel</b> bassin <b>d'orage</b> est en cours de construction. Le reste de la zone semble inchangé.	Nord	Pas de modification de notable.
		Est	
		Sud	
		Ouest	
2013	La <b>zone d'étude</b> a été démolie. Seuls les bâtiments administratifs, le poste de filtration et une cheminée de la centrale électrique sont encore présents ainsi que le bassin de décantation et le bassin <b>d'orage</b> (dorénavant en eau). Le reste des éléments bâtis a été démantelé.	Nord	Le secteur reste inchangé
		Est	Le terrain en friche situé à l' <b>intersection</b> des deux départementales accueille dorénavant une activité industrielle. Il pourrait <b>s'agir d'une décharge</b> .
		Sud	Le secteur reste inchangé
		Ouest	Le secteur reste inchangé
2014	La cheminée observée en 2013 a été démolie. Le reste de la zone semble inchangé.	Nord	Pas de modification de notable.
		Est	
		Sud	
		Ouest	
2018	Pas de modification de notable.	Nord	Pas de modification de notable.
		Est	
		Sud	
		Ouest	Les deux bacs observés en 2002 sur le parc BRUNI SUD ne sont plus observés.

Tableau 9 : Description des photographies IGN et GOOGLE EARTH

### 2.3. Synthèse

En 1926 (date de la première photographie IGN consultable), la zone d'étude (CABOT) présente un sentier traversant le terrain du Nord au Sud séparant ainsi le terrain en deux. Le chemin semble correspondre à la limite administrative des communes de Berre-l'Étang et de Rognac. Globalement l'ensemble du terrain est utilisé comme terrain agricole ou terrain en friche.

C'est à partir de 1935 que les activités industrielles apparaissent notamment sur la partie occidentale du terrain, **c'est**-à-dire sur le terrain situé sur la commune de Berre-l'Étang. Trois bâtiments de type hangar ou entrepôt apparaissent au Sud-Ouest du terrain d'assiette du projet. Progressivement de nouveaux bâtiments industriels sont observés. L'activité industrielle s'étend vers le Nord en direction du chemin de fer. Les premières installations pétrochimiques sont observées sur le cliché de 1959 avec notamment la présence des trois bacs de stockage journaliers de produits pétroliers et des fours.

En ce qui concerne l'emprise du terrain située sur la commune de Rognac, à partir de 1935 il est observé des travaux d'excavation de sol (anciennes carrières ou préparation du terrain afin de recevoir des bâtiments). Progressivement les activités pétrochimiques de la partie occidentale vont s'étendre sur la partie orientale du terrain avec :

- La présence d'un bâtiment au droit de l'actuel bassin d'orage en 1950 ;
- L'observation de l'actuel bassin de décantation en 1972 ;
- L'apparition des trois bacs principaux en 1975 ;
- L'existence des bâtiments techniques, de la centrale électrique, de la cheminée en 1989.

Le site semble entrer dans sa configuration avant démolition à cette date (1989). Seul manque l'accès au site via le rond-point le long de l'étang et le bassin d'orage.

Le terrain accueille :

- Une zone à bacs journaliers,
- Des aires de stockage,
- Deux bâtiments,
- Deux hangars,
- Une zone administrative et son parc d'agrément,
- Les bâtiments de process, four, pompe,
- Le poste de filtration,
- Le laboratoire,
- Les silos,
- Les parkings,
- Un bâtiment de vestiaire,
- Les bâtiments techniques,
- La centrale électrique,
- La zone à bacs principaux,
- Le bassin de décantation,
- Le poste gaz,
- L'ensemble des citernes indéterminées,
- La forêt de pins.

La zone d'étude sera démantelée entre les années 2002 et 2013. À cette date, les seules superstructures restantes sont les bâtiments administratifs, le poste de filtration et une cheminée. Les travaux de démantèlement du terrain se poursuivent jusqu'en 2014 avec la disparition de la dernière cheminée.

La zone d'étude est rendue à l'état de friche. Les infrastructures et planchers des anciennes installations sont observées ainsi que les deux bassins : le bassin de décantation et le bassin d'orage. Ce dernier n'est observé qu'à partir de la photographie de 2008 (en cours de construction).

Le site s'inscrit en limite Sud-Est du complexe pétrochimique de l'Etang de Berre. Il est bordé au Nord et à l'Ouest par le Parc Bruni (Bruni Nord et Bruni Sud) :

- Les premières activités pétrochimiques du PARC BRUNI SUD sont observées en 1935. Elle sera démantelée courant des années 2000. Quelques bacs de stockage sont encore présents, néanmoins la plupart n'existent plus. Les vestiges des anciennes fondations sont observables.
- Les premiers bacs pétroliers du PARC BRUNI NORD sont observés sur le cliché de 1950. Ce parc semble encore en exploitation du fait de la présence de nombreux bacs de stockage.

À l'Est du prospect se trouve la zone industrielle des CABELLES présentant notamment des activités de décharge, ferrailleuse, de transport, de traitement de déchets... Cette zone industrielle apparaît progressivement au début des années 1970.

Au Sud de l'emprise du projet se trouve l'Etang de Berre.

Lors de l'étude des photographies issues des archives de l'IGN et de GOOGLE EARTH, une multitude d'activités industrielles a été mise en évidence sur site et aux abords du site. L'ensemble du secteur comprenant le parc BRUNI, la zone CABOT et la zone industrielle CABELLE peut être considéré comme potentiellement impacté par des pollution d'origine industrielle.

### 3. RECENSEMENT DES INSTALLATIONS CLASSÉES POUR LA PROTECTION DE **L'ENVIRONNEMENT**

---

#### 3.1. Localisation des Installations Classées recensées aux abords du site

Après consultation de l'inventaire des sites et sols pollués du Ministère de l'Environnement (BASIAS, BASOL et SIS) sur le site Internet Infoterre du BRGM, il ressort que la zone se situe dans la partie Sud d'une zone industrielle comprenant :

- Huit sites BASOL du fait d'actions mises en place par le pouvoir public, dont un site localisé au droit du prospect ;
- Une soixantaine de site BASIAS dont un site localisé au droit du prospect ;
- Aucun site SIS n'est répertorié à proximité de la zone d'étude.

La figure suivante présente la localisation de l'ensemble des sites BASOL de la ZAC et uniquement les sites BASIAS situés à proximité immédiate (environ 200 m) de la zone d'étude.

*Les fiches BASIAS et BASOL sont fournies en annexe 5 (seules les fiches des ICPE présentes sur la figure ci-dessous sont fournies).*

Il est important de noter que seule une installation (n°2) semble être en amont hydraulique de la zone d'étude. Seule cette installation et celle au droit du site seront détaillées dans les paragraphes suivants.

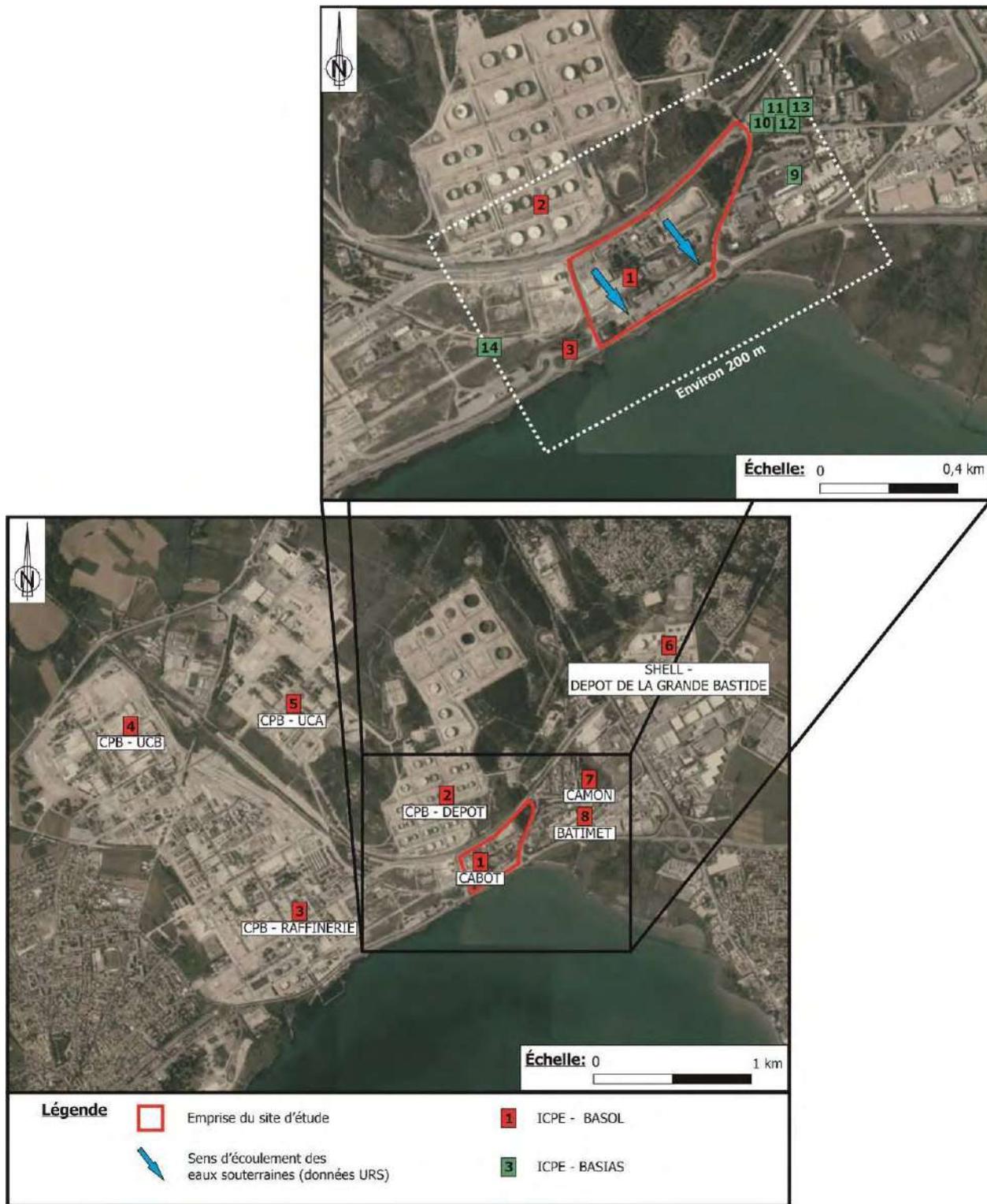


Figure 14 : Localisation des ICPE et des SIS autour de la zone d'étude  
 Source carte de fond : site internet infoterre.brgm.fr

### 3.2. Informations générales concernant l'installation classée située au droit du site

#### - Généralités

Le site CABOT correspond à une usine de fabrication de noir de carbone.

La fiche toxicologique du noir de carbone produite par l'INRS est fournie en annexe 6.

Le noir de carbone est utilisé :

- Comme pigment ou dans la fabrication des encres ;
- Comme charge dans certains matériaux (caoutchouc pour les pneus) et dans certaines peintures, vernis, laques, plastiques, fibres, céramiques, émaux (papier carbone, rubans noirs à de machine à écrire...)
- En laboratoire pour augmenter le point de fusion de certains produits en solution ;
- Comme colorant alimentaire.

Il existe plusieurs types de noir de carbone :

Type de noir de carbone	Production
Noir de fumée (lamp black)	Produit initialement utilisé en chine par combustion incomplète dans des lampes à huile destinées à fournir le pigment de l'encre puis il est utilisé pour le renforcement des pneumatiques
Noir tunnel (channel black)	Produit à partir de gaz naturel Il correspondait à la forme la plus commercialisée pour le caoutchouc et les pigments (production interrompue actuellement)
Noir d'acétylène	Produit par craquage de l'acétylène Il correspond à l'un des noirs les plus purs et qui possède un caractère conducteur marqué. Il présente une très forte agrégation.
Noir de fourneau	Produit surtout par combustion incomplète de gaz naturel ou de résidus pétroliers lourds. C'est la forme la plus commercialisée.
Noir thermique	Produit par chauffage d'une chambre réfractaire suivi d'une injection de gaz naturel qui génère la formation de carbone et d'hydrogène.

Tableau 10 : Noirs de carbone les plus courants

#### - Fiche BASIAS

Le tableau ci-après se lit au regard de la photographie ci-dessus. Il présente de façon synthétique :

- La localisation du site ;
- La référence du dossier ICPE ;
- Le régime au titre de la réglementation des ICPE ;
- Le nom de l'exploitant ;
- Le libellé des activités exercées ;
- La période d'activité ;
- Les polluants susceptibles d'être générés par ces activités ;
- Les sources d'informations.

N°	N°dossier	Adresse	Classement au titre des ICPE	Exploitant	Libellé d'activité	Date de début	Date de fin	Commentaires	Source
1	PAC1302943	21 chemin départemental - Berre L'étang	Autorisation	1864-1956: Barret et Cie 1956-1961: M.Rozan (directeur de la sté Cabot France) 1961-1964: Xavier Fonsale (directeur administratif) 1964: Cabot/Carbon France	Stockage de produits chimiques (minéraux, organiques, notamment ceux qui ne sont pas associés à leur fabrication, ...)	1864	NR	Dépôt flottant	BASIAS
			Autorisation		Stockage de produits chimiques (minéraux, organiques, notamment ceux qui ne sont pas associés à leur fabrication, ...)	1869	NR	Transfert du dépôt flottant vers un point fixe	
			Autorisation		Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique	1956	NR	NR	
			NR		Fabrication, transformation et/ou dépôt de matières plastiques de base (PVC, polystyrène,...)	1956	NR	fabrication de Noire de Carbone 25000 tonne /an	
			Déclaration		Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	1961	NR	NR	
			Déclaration		Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	1964	NR	NR	
			NR		Dépôt de liquides inflammables (D.L.I.)	1973	NR	NR	
			Autorisation		Fabrication de produits chimiques de base, de produits azotés et d'engrais, de matières plastiques de base et de caoutchouc synthétique	1988	NR	NR	
			Autorisation		Centrale électrique thermique	1989	NR	NR	
			NR		Production et distribution de vapeur (chaleur) et d'air conditionné	18/01/2007	NR	NR	
			NR		Industrie chimique	25/01/2007	NR	émission des torches	

Tableau 11 : Informations générales concernant l'ICPE au droit du site

- Fiche BASOL

Site BASOL	13.0137 (n°1)
Situation technique	Site traité avec restrictions d'usages Travaux réalisés
Nom usuel	CABOT FRANCE
Description du site	L'activité de CABOT consistait à produire du noir de carbone à partir d'huiles aromatiques lourdes (environ 120 000 t/an à la cessation d'activité). Le noir de carbone était produit par combustion partielle contrôlée en phase vapeur d'hydrocarbure à haut point de vaporisation. Les réacteurs faisaient appel à un processus de cracking (thermolyse du pétrole et de ses dérivés liquides). Le noir était expédié en vrac, semi vrac ou sacs par route, ou par voie ferrée. Au moment de la cessation d'activité le site comprend environ 20 bâtiments, 16 superstructures ou ouvrage de production et différents stockages.
Historique du site	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 1864 à 1930 : stockages d'engrais</li> <li>▪ 1930 à 1951 : construction d'hydravions et centre d'apprentissage (société avions Henry Potez)</li> <li>▪ 1956 à 2009 : CABOT</li> </ul>
Vulnérabilité des milieux	L'étang de Vaine situé au Sud présente de fortes teneurs en matières organiques et sels nutritifs et dont les sédiments présentent des teneurs élevées en polluants.
Description qualitative	Mars 2000 – qualité des eaux souterraines : Présence d'une grande quantité d'hydrocarbures sous le site CABOT dont l'origine provient de la compagnie pétrochimique de Berre (SMP puis CPB). Des opérations de pompage en 2003 puis en 2004 ont permis de récupérer 85 m <sup>3</sup> de flottants. En 2008, CPB a mis en place une barrière hydraulique d'écrémage de 11 puits afin de ne plus affecter le site



	<p>CABOT. Une autre opération de pompage a été lancée en janvier 2009.</p> <p>Janvier 2008 – dossier de demande <b>d'instauration</b> de SUP : Les restrictions concernent :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Pour les sols :<ul style="list-style-type: none"><li>○ L'interdiction de toutes constructions à usages <b>autres qu'industriels</b> ;</li><li>○ Les constructions et travaux nécessitant la réalisation de fouilles de plus de 50 cm doivent être précédées d'un diagnostic de pollution permettant la gestion des terres polluées et des risques sanitaires ;</li><li>○ Les pratiques culturelles destinées à la consommation humaine sont interdites ;</li><li>○ Les puits et forages autres que ceux destinées au suivi des eaux souterraines et des sols sont interdits.</li></ul></li><li>• Pour les eaux souterraines :<ul style="list-style-type: none"><li>○ Les prélèvements <b>d'eau</b> dans la nappe destinée à l'<b>usage d'alimentations</b> en eau potable et aux usages ménagers et récréatif des habitations, destinés au process des établissements agroalimentaires ou pharmaceutiques, <b>l'arrosage</b> sont interdits.</li></ul></li></ul> <p>L'<b>APC de SUP</b> a été adopté par le CODERST le 21/01/2010 et signé par le préfet le 04/03/2010. La surveillance piézomètres se poursuit (47 piézomètres) pour cette zone, il est à la charge de la Compagnie Pétrochimique de Berre.</p> <p>Décembre 2009 – étude historique : Nombreux incidents conduisant à des déversements de polluants et notamment des huiles pendant <b>l'activité</b> du site ainsi que des flux de polluants provenant des industries alentours (SPM puis CPB).</p> <p>Décembre 2010 – Plan de gestion – pollution des sols, des eaux souterraines et de surface et sur les sédiments : 34 sondages et 44 tranchées ont été réalisées. Il en résulte :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Une pollution des sols de surface par des hydrocarbures aromatiques lourds, en HCT, HAP dans la zone des bacs journaliers (Nord-Ouest) ;</li><li>• Une pollution des sols par des hydrocarbures au droit de <b>l'ancienne</b> cuve de fuel enterrée (Sud-Ouest) ;</li><li>• Une pollution des sols en HCT et HAP identifiée entre le mur de soutènement et le mur Nord du site ;</li><li>• Une pollution des eaux souterraines en HCT, HAP, BTEX, MTBE et Arsenic provenant du site voisin (aucun impact dû aux activités de CABOT <b>n'a été</b> identifié) ;</li><li>• Un impact en HCT, HAP, BTEX et MTBE dans les eaux de surfaces associées aux <b>résurgences d'eau</b> souterraines dans la partie centrale du site ;</li><li>• Des concentrations notables et modérées en BTEX, COHV, HAP, zinc et arsenic dans les sédiments au niveau du point de rejet des eaux <b>dans l'étang</b>.</li></ul> <p>Le plan de gestion prévoit un volume de 1 295 m<sup>3</sup> de terres polluées à excaver pour les trois zones.</p> <p>Juin 2011 – Travaux de réhabilitation Les travaux ont débuté en mars 2011 et se sont achevés en juin 2011. Ils ont été encadrés par <b>l'AP</b> du 08/06/2011. Le volume des terres excavés est de 2 415 m<sup>3</sup> dont :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 3 575 tonnes de terres éliminées hors site (ISDD et incinération) ;</li><li>• 1 207 m<sup>3</sup> de terres propres internes au site réutilisées en remblais.</li></ul> <p>De plus, 550 m<sup>3</sup> de terres propres externes au site ont été utilisées sur site. Les niveaux de risques pour les futurs employés du site en lien avec la contamination résiduelle de CABOT et avec la contamination liée au sites voisins sont inférieurs aux valeurs de référence.</p>
--	--

### 3.3. Informations générales concernant les installations classées situées à moins de 200 m

N°	Nom	Activité principale	Base de données	Situation hydraulique / site
2	CPB	Dépôt de pétrole	BASOL / BASIAS	Amont
3		Raffinerie de pétrole	BASOL / BASIAS	Latéral
4		Usine chimique (fabrication d'urée, de produits phytosanitaires, polyéthylène, polypropylène, polystyrène)	BASOL / BASIAS	Amont latéral
5		Usine chimique (fabrication d'oléfines/polyoléfines, polyéthylène, polypropylène)	BASOL / BASIAS	Amont latéral
6	SHELL	Dépôt de pétrole	BASOL / BASIAS	Amont latéral
7	CAMON (ex Sopdechim)	Nettoyage des faisceaux d'échangeurs thermiques	BASOL / BASIAS	Latéral
8	BATIMET (ex Somaden)	Traitement physico-chimiques (décantation multiphasiques) portant sur des mélanges eaux/hydrocarbures venant principalement d'opération de nettoyage et ré-épreuves de cuve	BASOL / BASIAS	Latéral
9	ORTEC industrie	Maintenance industrielle ou environnementale (nettoyage, montage, pompage, collecte de déchets...)	BASIAS	Latéral
10	AUTO PIECES	Ferrailleur, casse-auto	BASIAS	Latéral
11	POLOFRANCE	Transformation de matières plastiques	BASIAS	Latéral
12	ROUTIERE COLAS	Centrale d'enrobage	BASIAS	Latéral
13	SEVIA	Ferrailleur, casse-auto	BASIAS	Latéral
14		Régénération et/ou stockage d'huiles usagées Décharge de déchets industriels spéciaux DIS	BASIAS	Latéral

Tableau 12 : Informations générales des ICPE aux abords du prospect

#### - Fiches BASOL

Site BASOL	13.0071 (n°2)
Situation technique	Site traité avec <b>restrictions d'usages</b> Travaux réalisés
Nom usuel	COMPAGNIE CHIMIQUE DE BERRE (CPB) – ex SPM
Description du site	Ce dépôt de produits pétroliers est implanté depuis 1928 sur une superficie de 75 ha. Le dépôt fait partie administrativement de la raffinerie CPB et son activité est en relation avec le complexe. Les stockages à flanc de colline, surplombent la partie Est de l' <b>Etang de Berre</b> (Etang de Vaine). La capacité de stockage est d'environ 900 000 m <sup>3</sup> .
Historique du site	L' <b>arrêté préfectoral d'autorisation</b> date du 12/03/1998
Description qualitative	16 Juin 2000 – Arrêté préfectoral L' <b>ESR</b> a classé le site en catégorie 2. Les conclusions laissent apparaître une pollution au niveau de deux piézomètres en rapport direct avec le dépôt : <ul style="list-style-type: none"> <li>Sur le n° 1029 (Sud), <b>présence d'Hydrocarbures</b> et de HAP, pollution connue et identifiée comme historique, en relation avec une fuite ancienne de Kérosène sur un bac. Un pompage est déjà réalisé sur ce piézomètre ;</li> <li>Sur le n° 1017 (Sud-Est), présence d'Hydrocarbures plutôt légers.</li> </ul> <p>L'<b>étude du sous-sol</b> montre un milieu hétérogène, avec des formations marno-calcaires où les écoulements s'effectuent au travers de fractures. Il présente de petits niveaux aquifères superposés en raison d'<b>intercalations de marnes</b>. Les <b>vitesses d'écoulement</b> y sont très faibles. Il semble également qu'une barrière argileuse protège l'Etang de Vaine.</p> <p>La situation de ce site est examinée dans le cadre plus général d'une étude commune à plusieurs industriels du même secteur (CABOT, SOLAMAT, PRESTAPLAST, CAMON, BATINET...), dit de la « Montée des Pins ».</p> <p>1992 – 2001 Étude hydrogéologique Elle a démontré la présence de pollution dissoute dans les eaux souterraines. En effet, les fuites historiques sur le</p>



	<p>parc de stockage de Bruni dans la zone karstique ont migré vers l'Étang de Berre et ressortent au niveau de résurgences sur les terrains de l'entreprise CABOT. Cette pollution concerne surtout les hydrocarbures totaux, mais les Chlorures (eaux saumâtres), les métaux lourds (Pb, As, V), BTEX, HAP sur quelques puits, ont également été retrouvés mais sont non mobiles. Il n'y a pas d'impact sur le milieu « Sol ».</p> <p><b>2003 – Schéma conceptuel</b> Le schéma conceptuel montre la nécessité de mettre en place des actions de réduction du risque. Il est recommandé de maintenir inaccessible au public les point de résurgence de la nappe polluée et d'établir des restrictions d'usage pour l'utilisation des eaux souterraines au droit de la ZI Montée des Pins.</p> <p><b>Janvier 2003 – Étude technico-économique</b> L'étude pour la réduction des hydrocarbures flottants a démontré que la récupération de l'ensemble des hydrocarbures n'est pas réalisable du fait du milieu fissuré. Un traitement de la nappe ne supprimerait donc pas le risque.</p> <p><b>28 Novembre 2003 – Arrêté préfectoral</b> Prescrit des mesures de pompage continu des nappes à l'Est du lotissement industriel de Vaine (piézomètre n°1029).</p> <p><b>23 Février 2004 – Arrêté préfectoral</b> Prescrit à SPM de présenter un programme de confortement de l'étanchéité des cuvettes de rétention des stockages.</p> <p><b>Août 2007 – Pollution de l'Étang de Berre (Vaine)</b> Les investigations mettent en évidence la résurgence souterraine dans un pluvial, d'un hydrocarbure lourd. La pose de trois barrages a été effectuée. Le mercredi 8 août est découvert une importante nappe de pollution de substances liquides visqueuses de couleur rouge rouille, en limite clôturée du parc de stockage de BRUNI-COUSSOUL dans la retenue du barrage 1. Sans reconnaissance de responsabilité mais par souci de protection de l'environnement, SPM a accepté de mettre immédiatement en place des actions de confinement afin <b>d'empêcher</b> la migration des polluants vers l'étang, avec notamment des opérations de pompages de ces polluants. Des travaux de creusement ont commencé le 21/09/2007. Ainsi, trois tranchées équipées de massifs filtrants et cinq puits de pompage ont été réalisés. Depuis janvier 2008, les volumes d'hydrocarbures sont très faibles et non quantifiables par SPM.</p> <p><b>Janvier 2008 – dossier de demande d'instauration de SUP :</b> Les restrictions concernent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour les sols :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ L'interdiction de toutes constructions à usages autres qu'industriels ;</li> <li>○ Les constructions et travaux nécessitant la réalisation de fouilles de plus de 50 cm ;</li> <li>○ Les pratiques culturales destinées à la consommation humaine ;</li> <li>○ Les puits et forages autres que ceux destinées au suivi des eaux souterraines et des sols.</li> </ul> </li> <li>• Pour les eaux souterraines :             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Les prélèvements d'eau dans la nappe destinée à l'usage d'alimentations en eau potable et aux usages ménagers et récréatif des habitations, destinés au process des établissements agroalimentaires ou pharmaceutiques, l'arrosage.</li> </ul> </li> </ul> <p>L'APC de SUP a été adopté par le CODERST le 21/01/2010 et signé par le préfet le 04/03/2010.</p>
--	--

#### 4. NATURES DES POLLUANTS POTENTIELLEMENT PRÉSENTS

Le tableau ci-dessous synthétise les polluants potentiellement présents au droit des activités recensées au niveau des services de l'état. Ces polluants issus des ICPE au sein du périmètre de l'étude, peuvent avoir migré dans les sols au droit du site. Cinq catégories de polluants sont répertoriées (chimiques, minéraux, métaux, organiques et pharmaceutiques/phytosanitaires), extraits depuis la « matrice de corrélation activités-polluants » élaborée par le BRGM et mise à jour en 2018.

N°	Activité principale	Polluants chimiques	Polluants minéraux	Polluants métalliques	Polluants organiques
1	Production de noir de carbone	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, phénols, crésol, PCB, COHV, solvants
2	Dépôt de pétrole	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, phénols, crésol, PCB, COHV, solvants

3	Raffinerie de pétrole	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, phénols, crésol, PCB, COHV, solvants, halogénoalcalane
4	Usine chimique (fabrication d'urée, de produits phytosanitaires, polyéthylène, polypropylène, polystyrène)	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, solvants, phénol, crésol, PCB, additifs d'essence, aldéhydes, cétone, fréons, COHV, phtalates, trihalométhanes, dioxine, furane
5	Usine chimique (fabrication d'oléfines/polyoléfines, polyéthylène, polypropylène)	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, solvants, phénol, crésol, PCB, additifs d'essence, aldéhydes, cétone, fréons, COHV, phtalates, trihalométhanes, dioxine, furane
6	Dépôt de pétrole	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, solvants, phénol, crésol, PCB, additifs d'essence, aldéhydes, cétone, fréons, COHV, phtalates, trihalométhanes, dioxine, furane
7	Nettoyage des faisceaux d'échangeurs thermiques	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, aldéhyde, cétone, solvants, PCB, crésol, phénol
8	Traitement physico-chimiques (décantation multiphasiques) portant sur des mélanges eaux/hydrocarbures venant principalement d'opération de nettoyage et ré-épreuves de cuve	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, aldéhyde, cétone, solvants, PCB, crésol, phénol, additif d'essence, triazine, urées
9	Maintenance industrielle ou environnementale (nettoyage, montage, pompage, collecte de déchets...)	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, solvants, phénol, crésol
10	Ferrailleur, casse-auto	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux	Hydrocarbure, alcool, phénols, crésol, PCB, solvants, organochlorés, phtalates, triazine, trihalométhanes
11	Transformation de matières plastiques	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, cétone, aldéhyde, phénol, solvants, fréons
12	Centrale d'enrobage	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux, métalloïde	Hydrocarbure, alcool, phénols, crésol, PCB, solvants
13	Ferrailleur, casse-auto	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux	Hydrocarbure, alcool, phénols, crésol, PCB, solvants, organochlorés, phtalates, triazine, trihalométhanes
14	Régénération et/ou stockage d'huiles usagées Décharge de déchets industriels spéciaux DIS	Paramètres azoté et radioactifs	Amiante, composés chlorés, cyanurés, soufrés	Métaux	Hydrocarbure, alcool, phénols, crésol, PCB, solvants

Tableau 13 : Libellés d'activité et polluants associés simplifiés

Données issues de l'outil « matrice de corrélation activités-polluants » élaboré par le BRGM - version 2.5 de 2018



## 5. RECENSEMENT DES EVENEMENTS PYROTECHNIQUES

Les documents consultés (photographies anciennes, installation classée pour la protection de l'environnement) ne permettent pas de mettre en évidence des événements pyrotechniques au droit de la zone d'étude (zone de bombardement ou autre).

Il sera nécessaire de réaliser un diagnostic plus approfondi par un partenaire certifié afin de déterminer la présence ou non de tels événements.

## 6. POTENTIEL RADON

L'IRSN a classé en trois catégories les communes en fonction du potentiel radon des formations géologiques :

- Catégorie 1 : les communes sont localisées sur les formations géologiques avec les teneurs en uranium les plus faibles. Cela correspond notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses présentes dans les bassins sédimentaires et à des formations volcaniques basaltiques.
- Catégorie 2 : les communes sont localisées sur des formations géologiques présentant des teneurs en uranium faible mais sur lesquelles des facteurs géologiques particuliers peuvent faciliter le transfert du radon vers les bâtiments. Il s'agit notamment des communes recoupées par des failles importantes ou avec des ouvrages miniers souterrains.
- Catégorie 3 : les communes sont localisées sur des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées par rapport aux autres formations. Il s'agit notamment des formations constitutives des massifs granitiques ou certaines formations volcaniques et également certains grès et schistes noirs.

D'après le ministère en charge de l'environnement, les communes de Berre-l'Étang et de Rognac présentent un potentiel radon de catégorie 1.



Figure 15 : Potentiel radon de la commune  
Extrait du site internet de l'IRSN

## 7. CONTRAINTES LIÉES À DES RESTRICTIONS D'USAGE

---

Les documents remis ont permis de mettre en évidence des restrictions **d'usage au droit de l'emprise** du projet, à savoir :

- Le terrain ne pourra être occupé que par des activités industrielles ou artisanales avec les bureaux associés ;
- Aucune **plantation d'arbres** fruitiers ou à baies et de culture de sol et agricole ne pourra être réalisée ;
- Aucun puit et forage autre que ceux destinés à la surveillance des eaux souterraines et des sols ne pourra être réalisés ;
- Aucun affouillement et creusement ne pourra être réalisé en dehors des investigations pour **l'examen des sols** ;
- Aucune activité de loisir ne pourra être installée ;
- Il est également interdit tout usage **de l'eau** autre **qu'industriel** en particulier ceux avec risque **d'ingestion** (eau potable, ménage, récréatif, arrosage, ...). Les prélèvements pour la surveillance des eaux sont autorisés.

De plus, il a également été mis en évidence des obligations sur site, notamment :

- La **réalisation d'une** évaluation du risque sanitaire lié au transfert de vapeur dans les espaces clos pour toute construction impliquant la présence de personnes dans un espace intérieur ;
- La **réalisation d'étude** préalable, de mise en place de mesure de gestion et le traitement des eaux polluées en hydrocarbures en cas de réalisation de travaux ;
- La construction des canalisations **d'eau potable** devra être au maximum hors sol. Pour les parties enterrées, il faudra les isoler des terres et des eaux souterraines ;
- Les zones non bâties devront être laissées en accès libre dans le cadre de **réalisation d'ouvrage** pour la surveillance de la qualité des eaux souterraines. Les résultats de la surveillance devront être communiqués aux maires des communes concernées ;
- **L'interdiction d'accès au public** des points de résurgence des eaux souterraines par la mise en place de clôture.

Pour finir, des servitudes **d'accès** ont été imposées, notamment pour les piézomètres CP1, CP2 et CP4 pour permettre la surveillance des eaux souterraines. Si l'un de ces ouvrages est rendu inexploitable, il doit être remplacé **à l'identique**. (A noter que lors de la visite de site, les ouvrages de surveillance ont été constatés hors d'usage)

Toute cession ou de mise à disposition gratuite ou onéreuse de tout ou une partie des terrains liés à ces servitudes doit être déclaré auprès des services de **l'État**. Le nouveau ayant droit devra être tenu de les respecter.

Les servitudes ne pourront être levées **qu'en cas** de suppression des causes ayant rendu obligatoire leurs mises en place avec accord des services de **l'État**.

## 8. CONCLUSION DE L'ÉTUDE HISTORIQUE

---

La **zone d'étude s'inscrit** au droit de la zone pétrochimique de l'Étang de Berre. Aujourd'hui **à l'état de friche**, la zone faisait partie intégrante du complexe pétrochimique.

**D'après l'ensemble** des documents en notre possession, la zone **d'étude** est référencée en tant **qu'Installation Classée** pour la Protection de **l'Environnement** (BASIAS et BASOL). Le début des activités **d'après la fiche BASIAS** date de 1864 pour le stockage de produits chimiques. Les activités se diversifient courant des années 1950 avec la fabrication de produits chimiques et la transformation de matière. **C'est** en 2007 que la zone est référencée pour industrie chimique.

En corrélant ces informations avec celles disponibles sur la fiche BASOL, plusieurs activités se sont donc succédées sur site :

- 1864 – 1930 : **stockages d'engrais**
- 1930 – 1951 : construction d'**hydravion** et **centre d'apprentissage**
- 1956 : début **de l'activité industrielle** de CABOT correspondant à la production de noir de carbone.

Le noir de carbone est produit par combustion partielle en phase vapeur d'**hydrocarbure (thermolyse du pétrole et de ses dérivés liquides)**.

La consultation des photographies d'archives de l'IGN et de GOOGLE EARTH n'ont pas permis d'observer les activités de stockage d'engrais au droit du terrain d'assiette du projet. En effet sur la première photographie disponible datant de 1926, le site ne semble accueillir aucune activité (terrain agricole ou à l'état de friche). Les premiers bâtiments (hangar ou entrepôt) sont observés sur le cliché de 1935 au Sud-Ouest du terrain. Ces derniers devaient donc être utilisés pour la construction d'hydravion.

Les premières installations pétrochimiques sont observées sur le cliché de 1959 corrélant ainsi avec le début des activités de production de noir de carbone en 1956. A cette époque, les activités sont concentrées en partie occidentale du site. Les activités s'étendront à la partie Est à partir des années 1960. Avant cette date, la zone était à l'état de friche et servait très certainement de zone d'exploitation de ressource minière. En effet des zones d'excavation du sol sont observées entre 1935 et 1960.

Les activités du site CABOT cesseront courant 2010, information corroborée sur le cliché de 2013 où le site est **à l'état de friche industrielle** (superstructures démantelées). C'est dans ce contexte que plusieurs études environnementales ont été menées durant cette période afin de définir la présence éventuelle **d'impact** dans le sol, les eaux souterraines, les eaux superficielles et les sédiments de l'Étang de Berre situé en aval hydraulique immédiat du site CABOT.

**L'étude** historique menée sur site de 2009 (non fournie) a révélé que des déversements de polluants (notamment des huiles) se sont produits **durant l'exploitation** du site. De plus, le prospect aurait subi une dégradation de son sous-sol et des eaux souterraines en provenance des industries voisines.

Les investigations menées sur site ont mis en évidence au moins trois impacts de pollution dans les sols, un impact généralisé dans les eaux souterraines et également les eaux superficielles en raison des résurgences de la nappe d'eau **ainsi qu'un impact** dans les sédiments.

En ce qui concerne les sols, les spots de pollution ont été localisés au niveau des bacs journaliers (Nord-Ouest), de l'**ancienne cuve de fuel** (Sud-Ouest), du mur de soutènement (Nord). Des travaux **d'évacuation** des terres impactées ont été entrepris en 2011. Les terres les plus impactées ont été évacuées en installation de stockage de déchets dangereux et/ou incinération.

En ce qui concerne les eaux souterraines, une barrière hydraulique en amont du site CABOT a été mise en place en 2008 afin de ne plus impacter **l'assiette** du projet. Tout le secteur industriel est dorénavant soumis à une surveillance de la qualité des eaux souterraines.

Les abords sont à vocation industrielle :

- Les zones Nord et Ouest présentent de nombreuses installations pétrochimiques (en fonctionnement ou à l'arrêt). Ces activités ont débuté entre 1935 pour la partie Ouest et 1950 pour la partie Nord ;
- La zone Est correspond à la zone industrielle des CABELLES recensant de nombreuses industries de traitement et stockage de déchets, de carrosserie... Les premières activités ont commencé courant des années 1970 ;
- Le secteur Sud correspond à l'étang de Berre. La qualité des eaux de **l'étang est aujourd'hui dégradée** notamment à cause des activités industrielles exercées dans le secteur. À noter l'observation d'une jetée entre les années 1950 et 1990 avec la présence de canalisation aérienne passant au-dessus de la départementale D21 reliant ainsi le site CABOT à l'Étang de Berre. D'éventuels déversements et/ou fuites de la dit canalisation ont pu engendrer une pollution de l'Étang.

Du fait du contexte industrielle prédominant, les milieux au droit de l'ensemble du site sont susceptibles d'être impactés.



D'après l'étude historique et documentaire, les potentielles sources de pollution correspondent à :

- L'ensemble des aires de stockages au droit du **site d'étude** ;
- L'ensemble des installations pétrochimiques au droit du **site d'étude** ;
- Les différents bassins de récupération des eaux ;
- Les différentes citernes et cuves de stockage au droit du **site d'étude** ;
- Les remblais potentiellement présents **sur l'ensemble** du site pouvant abriter différentes sortes de pollutions anthropiques ;
- Le parc BRUNI NORD (dépôt pétrochimique) situé en amont hydraulique du site ;
- Les parcs BRUNI NORD, SUD et les CABELLES OUEST notamment pour l'envol de poussière.

De plus, les différents parcs (BRUNI, CABOT) présentaient des cheminées (torchère) afin de brûler les rejets de gaz à différentes étapes de l'exploitation susceptibles d'engendrer des retombées atmosphériques polluantes sur et hors site.

La figure suivante représente la localisation des installations potentiellement polluantes au droit de l'emprise du projet et aux abords suite aux données bibliographiques et de la visite de site.



Figure 16 : Plan de localisation des Installations Potentiellement Polluantes (IPP)  
 Source fond : site internet cadastre.gouv.fr (carte modifiée)

## 9. LIMITES DE LA RECHERCHE HISTORIQUE

---

La recherche documentaire **s'appuie** sur la consultation des documents mis à disposition par les services **de l'Etat** et/ou par les services municipaux et concernent les installations classées pour la protection de **l'environnement**. Plusieurs facteurs limitent son exhaustivité :

- Certains services mettent à disposition les dossiers dans des délais incompatibles avec les études
- Certains dossiers peuvent avoir été égarés ou être mal référencés
- Certains exploitants ne déclarent pas leur activité
- Certaines activités ne sont pas classées.

Par ailleurs une enquête de voisinage doit être diligentée. Or, peu de personnes sont prêtes à **s'y** soumettre.

La recherche historique **permet donc d'avoir** un regard sur une catégorie **d'installation** mais il ne peut être exclu **l'existence d'autres** activités.



## VI. ÉTUDE DE VULNÉRABILITÉ

### 1. SOURCES D'INFORMATION

Pour la réalisation de ce volet du diagnostic environnemental, les sources suivantes ont été consultées :

Documents consultés	Source	Date de consultation
Relevés météorologiques	Météo France	
Carte géomorphologique	<a href="http://www.cartes-topographiques.fr">http://www.cartes-topographiques.fr</a>	11 Juin 2019
Carte topographique	<a href="https://www.geoportail.gouv.fr">https://www.geoportail.gouv.fr</a>	11 Juin 2019
Profil altimétrique	<a href="https://www.geoportail.gouv.fr">https://www.geoportail.gouv.fr</a>	11 Juin 2019
Les cartes géologiques	<a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	11 Juin 2019
Notice géologique	<a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	11 Juin 2019
Site internet Infoterre du BRGM	<a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	11 Juin 2019
Aléa retrait et gonflement des argiles	<a href="http://www.georisques.gouv.fr/">http://www.georisques.gouv.fr/</a>	12 Juin 2019
Réseau hydrographique	<a href="https://www.geoportail.gouv.fr">https://www.geoportail.gouv.fr</a>	11 Juin 2019
Zones de baignades	<a href="http://baignades.sante.gouv.fr/">http://baignades.sante.gouv.fr/</a>	11 Juin 2019
Zones de pêche (Fédération département de la pêche)	<a href="http://peche13.fr">http://peche13.fr</a>	11 Juin 2019
Qualité des cours d'eau	<a href="http://carmen.carmencarto.fr">http://carmen.carmencarto.fr</a>	11 Juin 2019
Zone inondable pas remontée de nappe	<a href="http://www.georisques.gouv.fr/">http://www.georisques.gouv.fr/</a>	12 Juin 2019
Zone inondable par débordement	<a href="http://www.georisques.gouv.fr/">http://www.georisques.gouv.fr/</a>	12 Juin 2019
Carte hydrogéologique	<a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	11 Juin 2019
Captages d'alimentation en Eau Potable	Demande d'information – ARS	11 Juin 2019
Notice hydrogéologique	<a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	12 Juin 2019
Captages autour du site d'étude	<a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	11 Juin 2019
Zones protégées	<a href="http://inpn.mnhn.fr/">http://inpn.mnhn.fr/</a> <a href="https://www.geoportail.gouv.fr">https://www.geoportail.gouv.fr</a>	12 Juin 2019
Zone humide	<a href="http://sig.reseau-zones-humides.org">http://sig.reseau-zones-humides.org</a>	12 Juin 2019
Carrières	<a href="http://infoterre.brgm.fr">http://infoterre.brgm.fr</a>	12 Juin 2019

Tableau 14 : Sources d'information - étude de vulnérabilité

### 2. CLIMATOLOGIE

Le département des Bouches-du-Rhône est soumis à un climat méditerranéen possédant les caractéristiques suivantes :

- Les températures sont généralement douces. Janvier est le mois le plus froid (température moyenne : 5,2 C°). Les mois de Juillet et Août sont généralement les plus chauds (températures moyenne de 23,8 C°) ;
- Des précipitations fréquentes mais généralement faibles (la moyenne des précipitations depuis ces cinquante dernières années est d'environ 530 mm) ;
- Les vents viennent principalement du Nord / Nord-Ouest.



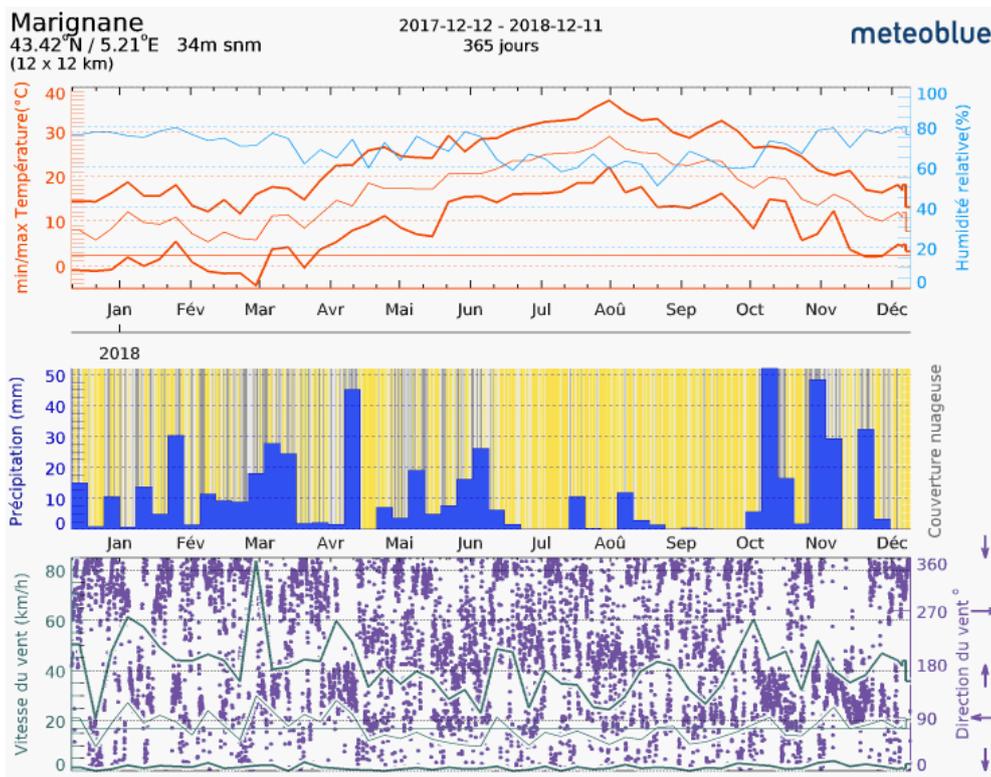


Figure 17 : Relevés météorologiques de la station de MARIIGNANE sur la dernière année (2018)  
(Source : météoblue.com)

**Normale de la Rose des Vents à Marignane établie à partir du vent maximal quotidien à 10 mètres moyenné sur 10 minutes période 1981/2010**

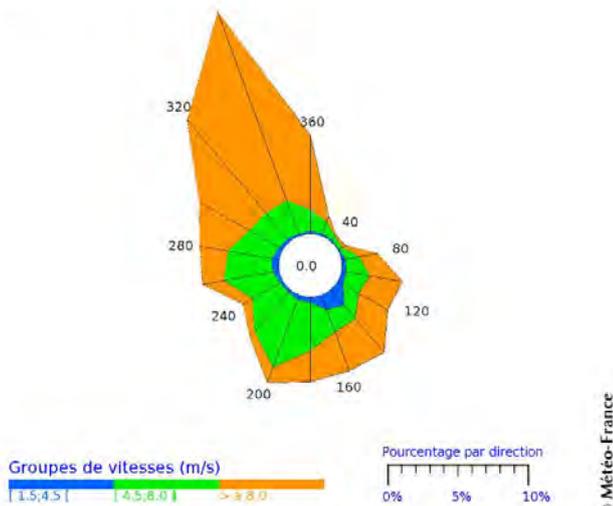


Figure 18 : Rose des vents de la station de MARIIGNANE-ÉTANG DE BERRE sur une période de 29 ans (1981-2010)  
(Source : météoFrance.fr)

### 3. CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE

Les communes de Berre-l'Étang et de Rognac se situent dans le département des Bouches-du-Rhône. Les altitudes des deux communes sont comprises respectivement entre 0 et 146 m NGF et 0 et 271 m NGF.

Les communes sont bordées au Sud par l'Étang de Berre considéré comme le bassin versant de la zone. Il est alimenté par l'Arc, la Touloubre, la Cadière et la Durançole. Les embouchures des rivières forment des plaines alluviales. La zone d'étude se trouve en limite orientale de celle formée par l'Arc. Au Nord, les communes sont bordées par les collines des Barjaquets et à l'Est par le plateau du Grand Arbois. Ainsi le territoire s'incline en direction de l'Étang de Berre

L'emprise du projet se situe à une altitude comprise entre 25 et 2 m NGF environ.

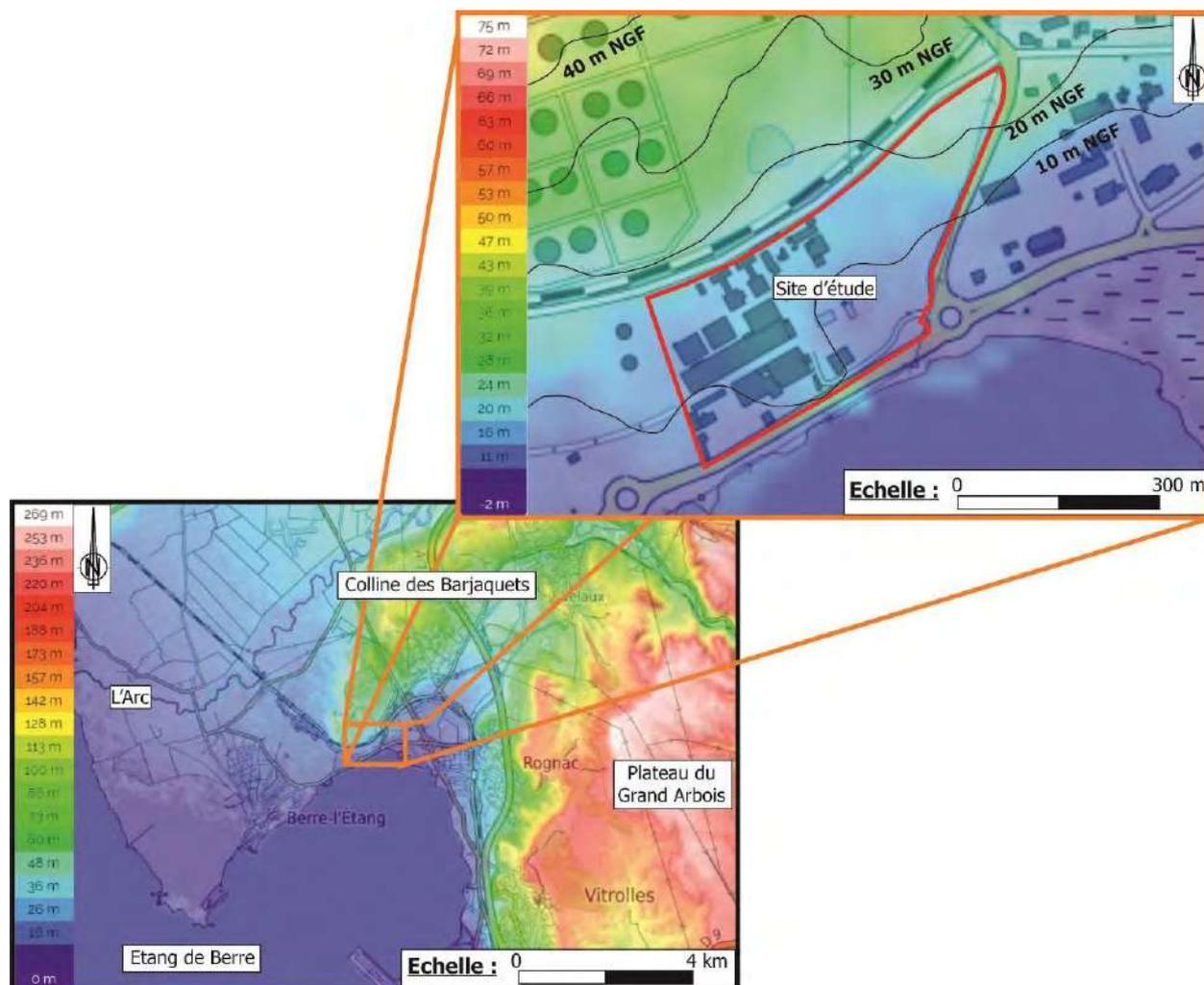


Figure 19 : Carte topographique du site et ses abords  
Source modifiée : site internet topographic-map.com

#### 4. TOPOGRAPHIE DU SITE ET CIRCULATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT

La figure ci-dessous présente les courbes de niveaux d'une zone élargie autour de la zone d'étude.

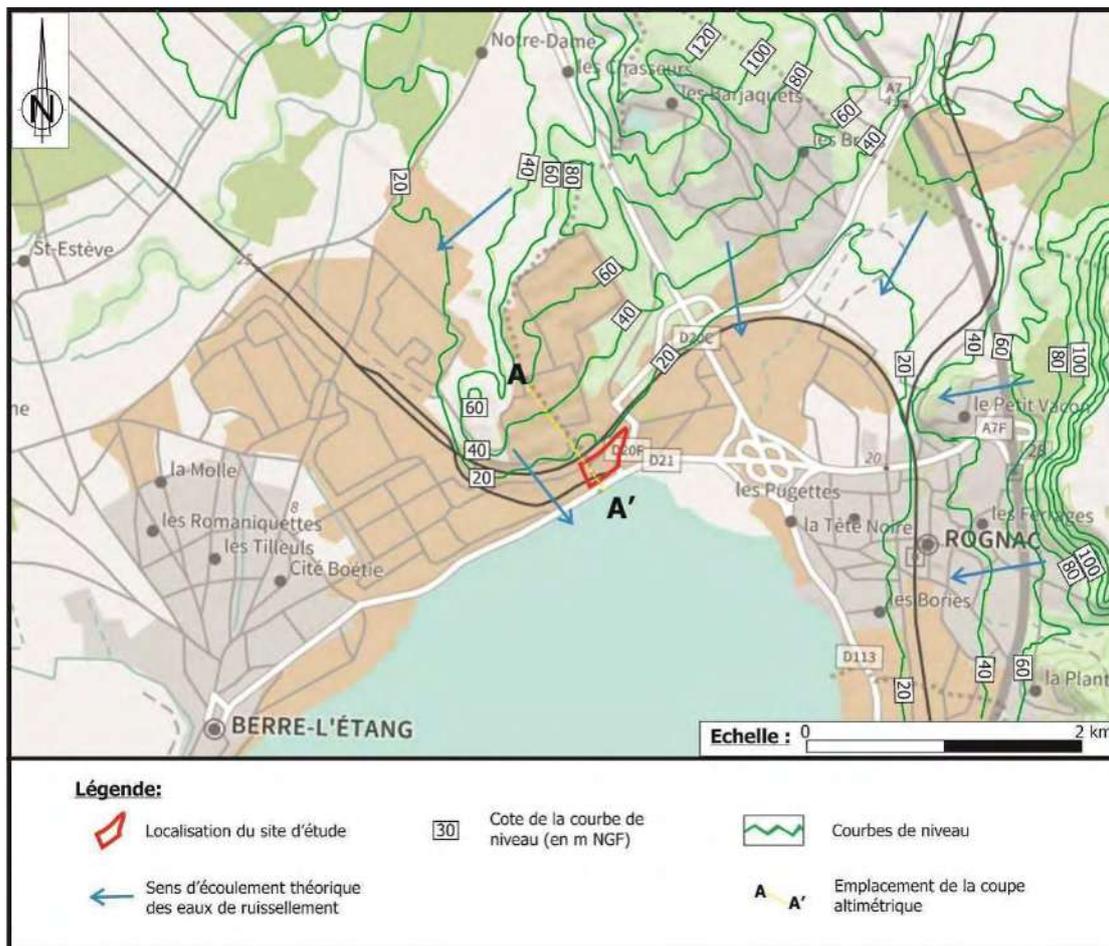


Figure 20 : Topographie détaillée des alentours de la zone d'étude  
Source fond : Site internet [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr)

La figure ci-après présente le profil altimétrique de la coupe AA' traversant le site d'étude (cf. carte ci-dessous).

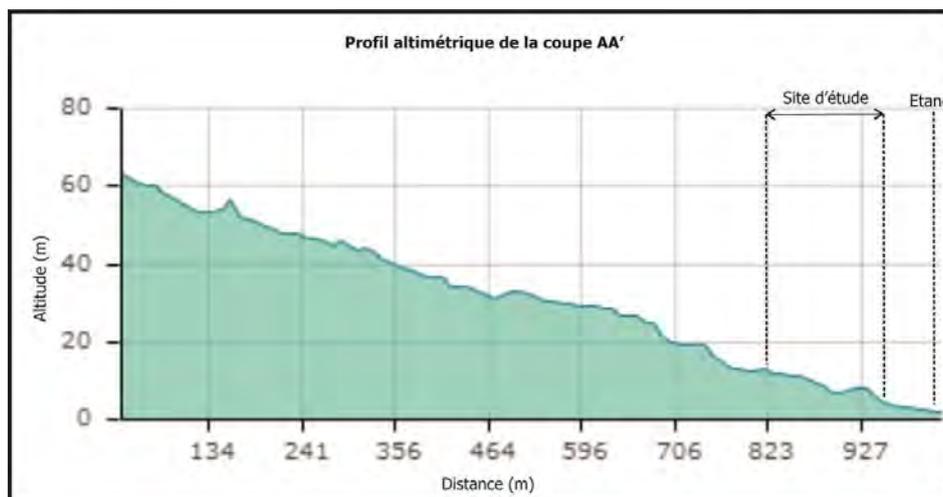


Figure 21 : Profil altimétrique au droit de la zone d'étude  
Source : Site internet [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr) – carte modifiée

La zone d'étude se trouve au pied des collines des Barjaquets bordées par l'Étang. La topographie présente donc une pente de 6,5% orientée vers le Sud.

Afin de déterminer, les différents points de cote au niveau du site d'étude, les différents paliers d'altitude ont été tracés sur le plan de géomètre de l'état des lieux du site datant de janvier 2010 et réalisé par SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU.

Il a permis d'évaluer des points de cote à 23 m NGF au Nord-Est et 2 m NGF au Sud du site.

Les eaux météoriques auront tendance à ruisseler vers l'Étang de Berre, lorsqu'elles ne seront pas freinées ou canalisées par des aménagements anthropiques.

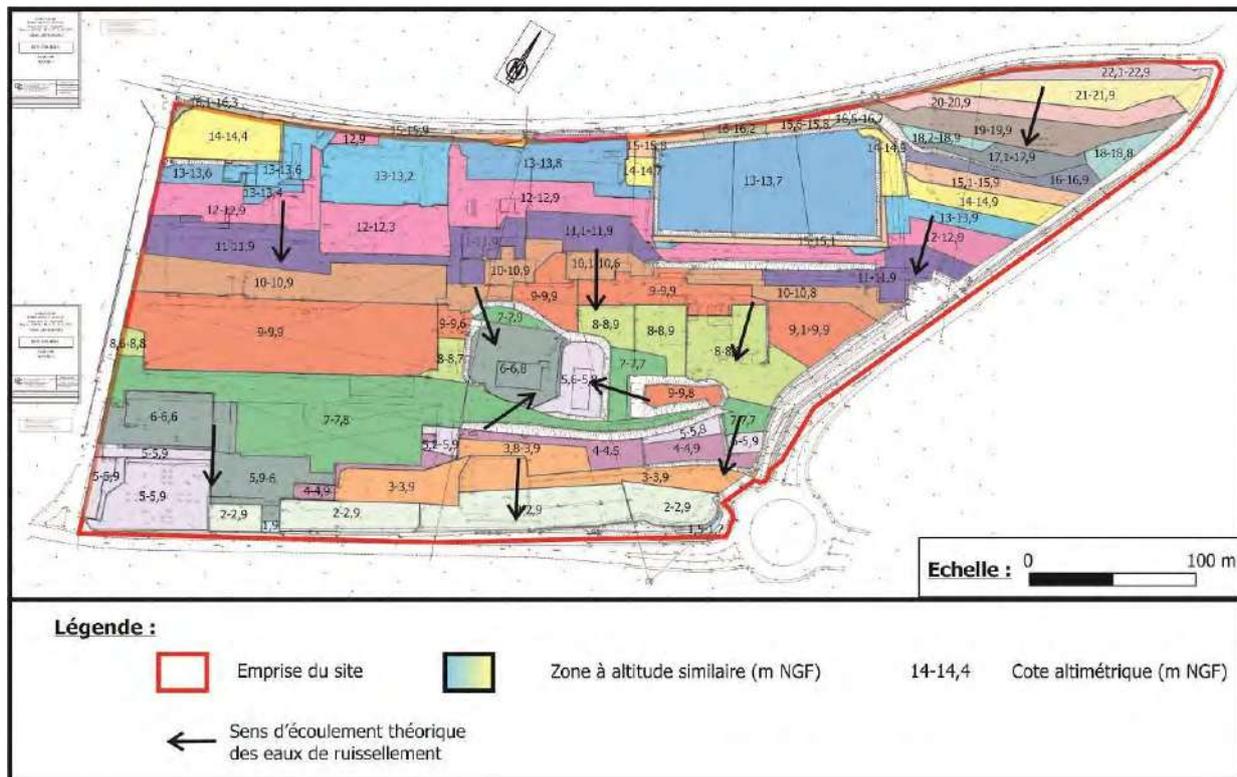


Figure 22 : Topographie détaillée au droit de la zone d'étude

Source fond : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

## 5. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

### 5.1. Structuration générale

Les bases de données du sous-sol du BRGM (site Internet Infoterre) ont été consultées ainsi que la carte géologique au 1/ 50 000<sup>ème</sup> de Martigues-Marseille (Feuille n° 1020-1043).

D'après l'analyse de la carte géologique de Martigues-Marseille, l'emprise étudiée se situe au droit des calcaires et marnes.

Le synclinal de l'Arc et de l'Étang de Berre passe au droit ou à proximité de la zone d'étude (localisation approximative). Il s'étend sur une distance de 65 km, d'Ouest en Est.

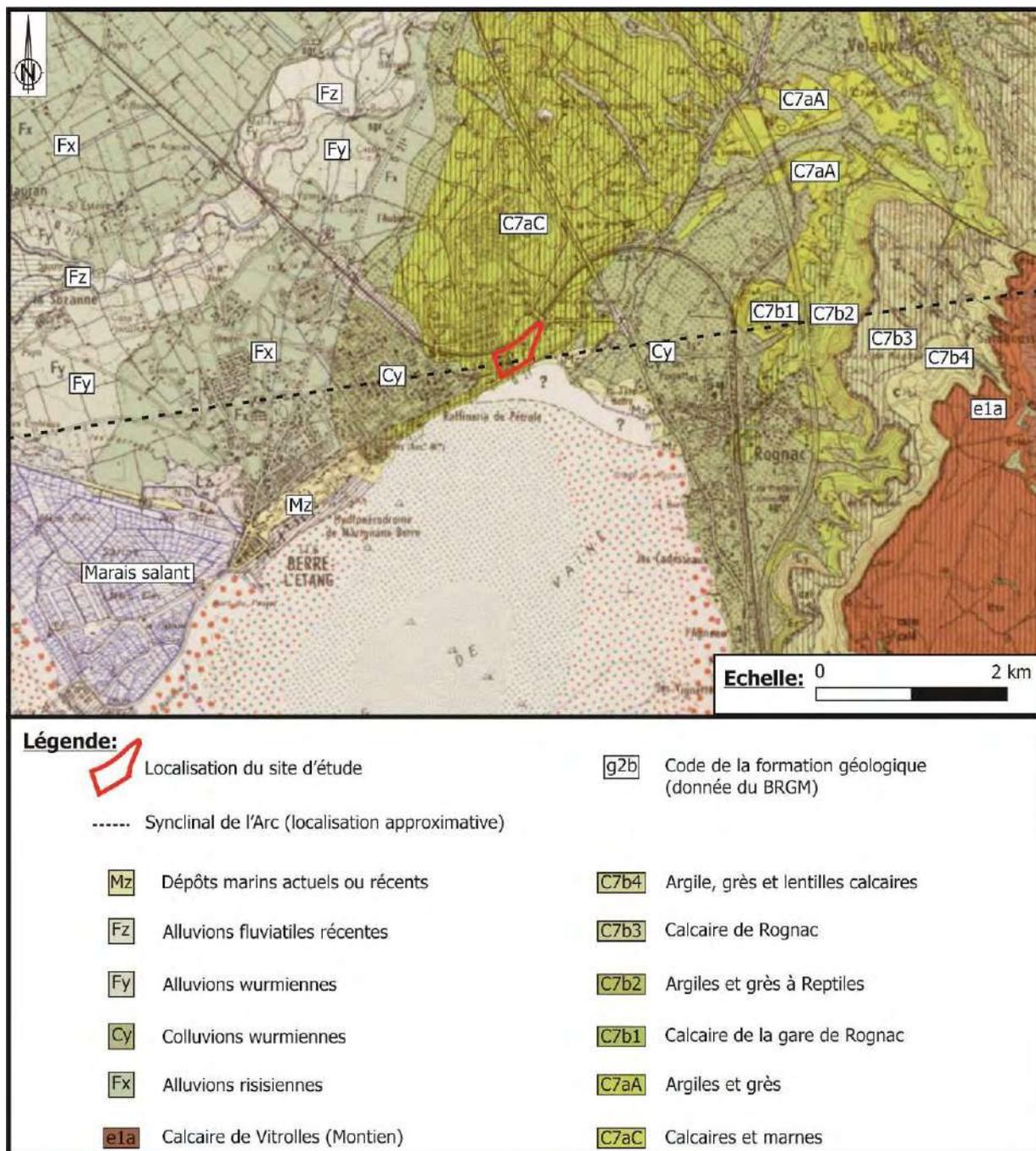


Figure 23 : Extrait des cartes géologiques au 1/50 000<sup>ème</sup> de Martigues-Marseille  
Source fond : site Internet infoterre.brgm.fr

## 5.2. Stratigraphie

La fiche Infoterre du sondage est référencée en annexe 7.

Afin de caractériser au mieux la géologie de la zone, une recherche des forages les plus proches a été réalisée sur le site internet Infoterre. Plusieurs sondages ont été réalisés au droit de la zone d'étude. Le sondage n°BSS002JJYR situé au centre du site a été utilisé pour déterminer la lithologie. Son altitude est de 9 m NGF environ.

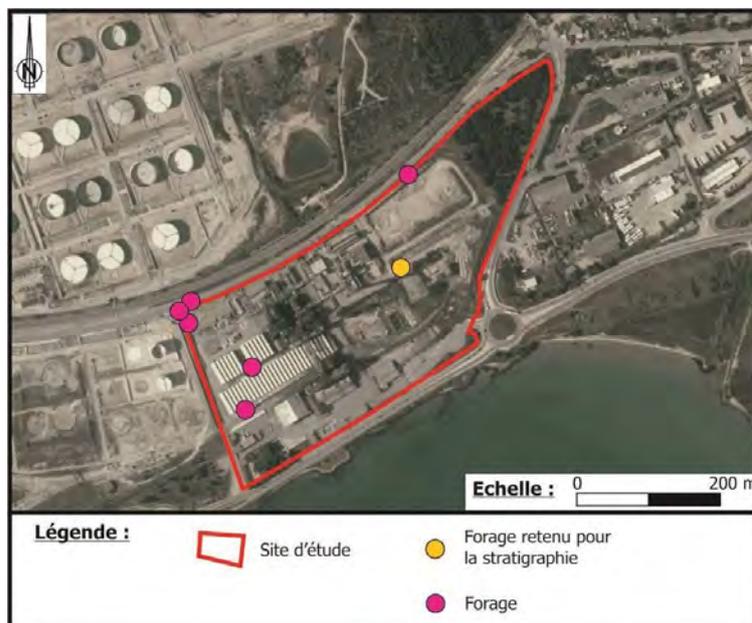


Figure 24 : Localisation du forage retenu pour l'étude  
Source fond : site Internet infoterre.brgm.fr

Ce forage a été descendu à une profondeur de 15 m environ et présente la coupe lithologique suivante.

Profondeur	Formation	Lithologie	Stratigraphie
1	Remblais	limon, argile	Quaternaire
2	Calcaires et marnes	Alternance de calcaires tendres, calcaires blancs massifs, marnes grises compactes	Béguvien
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Figure 25 : Lithologie du sondage retenu pour l'étude  
Source fond : site Internet infoterre.brgm.fr – source modifiée

Sur la base de ces informations bibliographiques, la coupe prévisionnelle des terrains rencontrés aux niveaux de la zone d'étude, au-delà d'éventuels dépôts de remblais, est la suivante :

- Calcaires et marnes – C7aC –Béguvien :  
Dans les argiles s'intercale un ensemble de niveaux de calcaire. Le plus épais peut atteindre 15 m. Entre les bancs calcaires, les marnes ou argiles calcaires sont grises ou rouges avec parfois des cristaux de gypse centimétriques entrecroisés.  
Cette formation peut atteindre plusieurs centaines de mètres et présentent des niveaux aquifères.

### 5.3. Perméabilité des terrains en surface

La succession au droit du site devrait présenter :

- Des remblais présentant une perméabilité variable ;
- Des calcaires et marnes présentant une perméabilité variable en fonction de l'alternance et de l'altération des marnes et des calcaires.

### 5.4. Vulnérabilité des terrains

Au niveau du site d'étude, les terrains les plus vulnérables à la pollution sont les terrains de surface (remblais) puis le toit des calcaires ainsi que les niveaux aquifères au droit des calcaires.

---

## 6. HYDROGÉOLOGIE

### 6.1. Les différentes nappes d'eau souterraines

La nappe la plus superficielle se trouve dans les calcaires et marnes du Béguvien. Le Béguvien correspond à une alternance de calcaires et de marnes aquifères. Localement, les différents aquifères peuvent être en relation hydraulique.

**C'est une nappe sous pression.** Lorsque la charge hydraulique est supérieure à la cote du sol, l'eau remonte jusqu'à la surface en cas de forage formant des puits artésiens.

### 6.2. Profondeur de la première nappe d'eau souterraine

D'après les études environnementales précédentes, la première nappe d'eau souterraine est rencontrée dans les formations marno-calcaire du Béguvien. Cet aquifère peut s'étendre sur plusieurs centaines de mètres du fait de la fracturation du calcaire et des couches marneuses denses.

Pour rappel – extrait du rapport URS – phase II – septembre 2010 :

« Au droit du site, la compartimentation de l'aquifère peut s'observer par la présence de plusieurs résurgences à des profondeurs variables selon les piézomètres. Les piézomètres référencés CP2, CP6 et CP7 subissent ce phénomène artésien.

Des études ont estimé que le dynamisme hydraulique est en moyenne de 4% orienté vers l'étang de Vaine.



Des mesures du niveau d'eau au droit de 10 piézomètres (CP1 à CP9 et CP3c) ont été réalisées le 4 mars et 9 avril 2010. Ces mesures montrent un niveau d'eau compris entre 5,4 et 11,25 m NGF.

Les piézomètres CP2, CP6, CP7 et CP9 sont artésiens. »

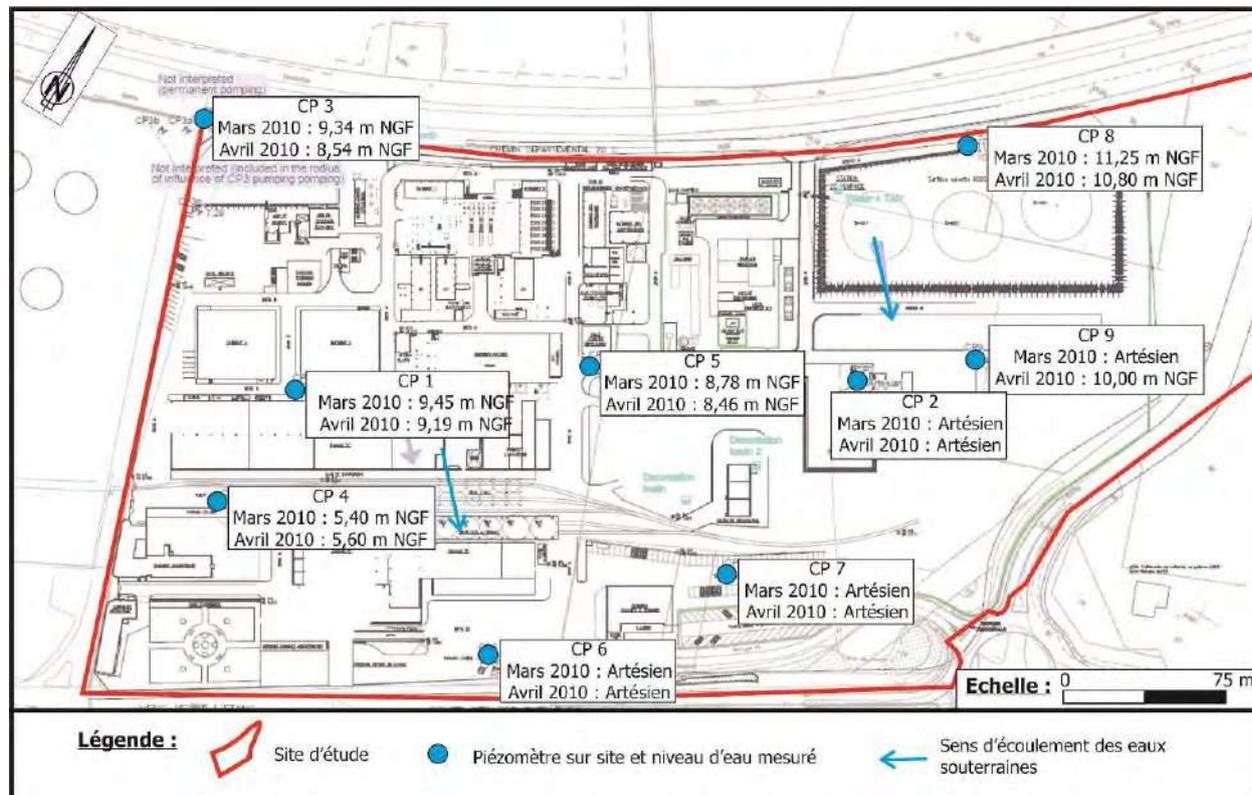


Figure 26 : Localisation des piézomètres  
Source fond : rapport URS – phase II – septembre 2010

Ces informations confirment la présence d'une nappe au droit du site.

### 6.3. Le dynamisme hydraulique

Le contexte hydrogéologique local peut être étudié à partir de la carte hydrogéologique des Bouches-du-Rhône.

Le site ne présente pas de nappe franche en surface. Néanmoins des circulations ont lieu dans les bancs calcaires considérés comme aquifère. Les eaux au droit du site vont s'écouler vers le Sud en direction de l'Étang de Berre.

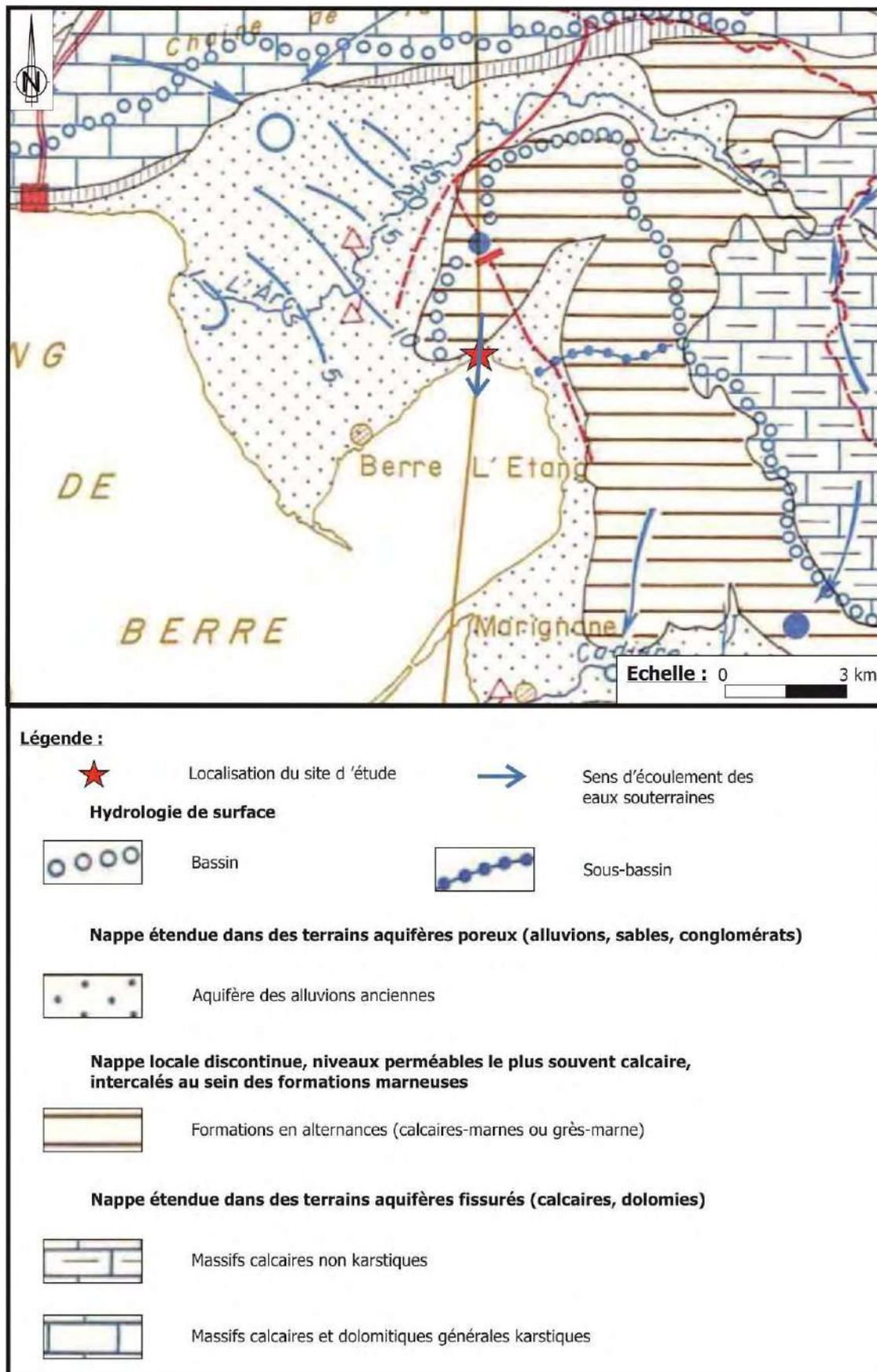


Figure 27 : Extrait de l'atlas hydrogéologique des Bouches-du-Rhône  
 Source fond : Infoterre

Dans un contexte global, les eaux souterraines du site seront influencées par l'Étang de Berre et auront tendance à se diriger vers ce plan d'eau (vers le Sud).

#### 6.4. Qualité des nappes d'eau souterraine

La vulnérabilité de la nappe est définie par rapport aux pollutions potentiellement présentes après croisement de plusieurs critères :

- Les zones d'**affleurement** ou de sub-affleurement des terrains pouvant contenir des nappes ;
- L'**épaisseur** et la nature des sols sus-jacents ;
- Les zones d'**infiltration** préférentielles naturelles (zone de pertes en rivière, gouffres) ;
- Les zones d'**infiltration** préférentielles artificielles (anciens captages laissés à l'**abandon**, puisards).

Des éléments qui caractérisent la qualité des eaux souterraines et en limitent certains usages, on doit distinguer :

- Des éléments d'**origine** essentiellement naturelle mais dont les teneurs excessives peuvent **s'avérer** gênantes pour certains usages : fer, manganèse, sulfate, fluor (non toxiques mais donnant lieu à des normes dites de confort : coloration des eaux, colmatage des canalisations)
- Des éléments d'**origine** également naturelle mais dont les teneurs observées dans les eaux souterraines sont fréquemment aggravées par les activités humaines : nitrates.
- Des éléments dont la présence est uniquement liée à une activité humaine : produits organiques, éléments traces métalliques, pollution bactérienne.

La nappe repérée sur le site est à faible profondeur voire artésienne. Celle-ci est donc vulnérable à une pollution en surface.

#### 6.5. Les captages d'alimentation en eau potable

La protection des captages constitue une nécessité pour assurer la sauvegarde de la qualité des eaux distribuées aux usagers : qualité en conformité avec les dispositions du Code de la santé publique. Prévue par le décret-loi du 30 octobre 1935, mais généralement non appliquée, l'instauration de périmètres de protection concerne tous les points de prélèvement (captages des eaux souterraines ou des eaux superficielles) et les ouvrages qui ne bénéficient pas de protections naturelles. La protection des captages n'est devenue obligatoire que par les lois du 16 décembre 1964 et du 3 janvier 1992 donnant 5 ans aux collectivités concernées pour se mettre en conformité avec la loi.

Ces périmètres sont définis réglementairement autour des points de prélèvement après une étude hydrogéologique et prescrits par une déclaration d'utilité publique (D.U.P.).

Les périmètres visant à protéger les captages des dégradations sont au nombre de trois :

- Le périmètre de protection immédiat : il vise à éliminer tout risque de contamination directe de l'eau captée et correspond à la parcelle où est implanté l'ouvrage. Il est acquis par le propriétaire du captage et doit être clôturé. Toute activité y est interdite.
- Le périmètre de protection rapprochée : il a pour but de protéger le captage vis-à-vis des migrations souterraines de substances polluantes. Sa surface est déterminée par les caractéristiques de l'aquifère. Les activités pouvant nuire à la qualité des eaux sont interdites.
- Le périmètre de protection éloignée : ce dernier périmètre n'a pas de caractère obligatoire. Sa superficie est très variable et correspond à la zone d'alimentation du point d'eau. Les activités peuvent être réglementées compte tenu de la nature des terrains et de l'éloignement du point de prélèvement.

Selon l'**Agence Régionale** de Santé – Délégation des Bouches-du-Rhône (13), aucun captage AEP **n'est** répertorié sur les communes de Berre-l'Étang et de Rognac. Néanmoins, les communes sont traversées par le canal de Provence qui **permet l'alimentation** en eau potable de nombreuses communes du département. Les périmètres de protection pour ce canal sont en cours de réalisation.



---

## 7. HYDROLOGIE

### 7.1. Les cours et plans d'eau

Un plan **d'eau** est situé à proximité immédiate de la zone **d'étude** (environ 20 m au Sud). Il s'agit de l'Étang de Berre. Ce dernier correspond à l'exutoire des eaux de l'Arc, la Touloubre, la Cadière et la Durançole. Il est également alimenté par le canal EDF de la Durance.

L'Étang a été créé par la remontée des eaux lors des dernières glaciations et se compose de deux sous-ensembles :

- L'Étang principal ;
- L'Étang de Vaïne à l'Est qui borde le site d'étude.

Plusieurs autres étangs sont également présents dans le secteur, notamment l'Étang de Bolmon au Sud-Est séparé par le cordon dunaire du Jaï.

L'Étang de Berre communique avec la Mer méditerranée par le chenal de Caronte.

À proximité de la zone **d'étude**, un ruisseau est mis en évidence (environ 570 m à l'Est). Il s'agit du Vallat neuf dans la continuité du Vallat de Monsieur. À noter que « Valla » en provençal signifie ruisseau. Du fait de son tracé assez linéaire, il est fort probable que la partie Vallat Neuf soit canalisée. Ce dernier se jette dans l'Étang de Berre.

À l'Ouest du site à environ 1,4 km se trouve le canal de Gordes. Celui-ci est canalisé et se jette dans l'Étang de Berre.

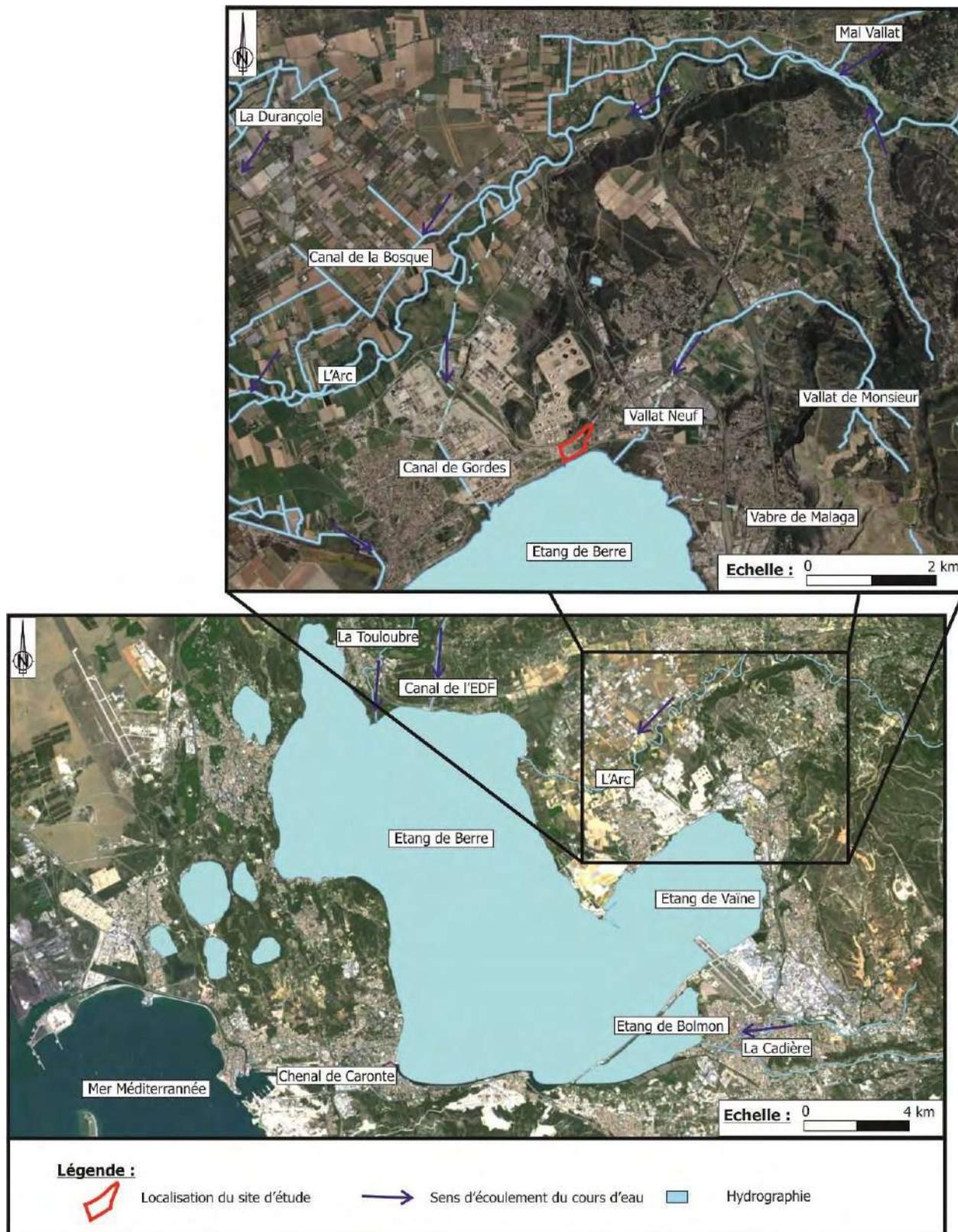


Figure 28 : Réseau hydrographique de la zone d'étude et de ses alentours  
 Source : site internet [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr) – carte modifiée

## 7.2. Les usages des eaux superficielles

D'après les informations obtenues auprès du Ministère des affaires sociales et de la Santé, plusieurs zones de baignade sont répertoriées à proximité du **site d'étude** que ce soit au droit de la commune de Berre-l'Étang ou de Rognac.

De plus, de nombreuses associations de pêches sont recensées à proximité du **site d'étude**. Ainsi la pêche est pratiquée dans les différents cours d'eau et dans l'Étang de Berre (et donc de Vaine).

La pêche dans l'Étang de Berre/Vaine est considérée comme une pêche maritime. Il est possible d'y trouver du sar, du pagre, de la dorade, des soles, du loup...

Les cours d'eau sont classés en tant que parcours de pêche appartenant au domaine public ou privé de 2ème catégorie<sup>1</sup>. Ainsi la pêche est pratiquée en aval hydraulique par rapport au site.

L'Étang du Bolmon est interdit à la pêche et à la baignade.

## 7.3. Qualité des cours d'eau

D'après le SDAGE Rhône-Méditerranée, les masses d'eau (plan d'eau, cours d'eau) à proximité du site d'étude sont dans un état écologique moyen.

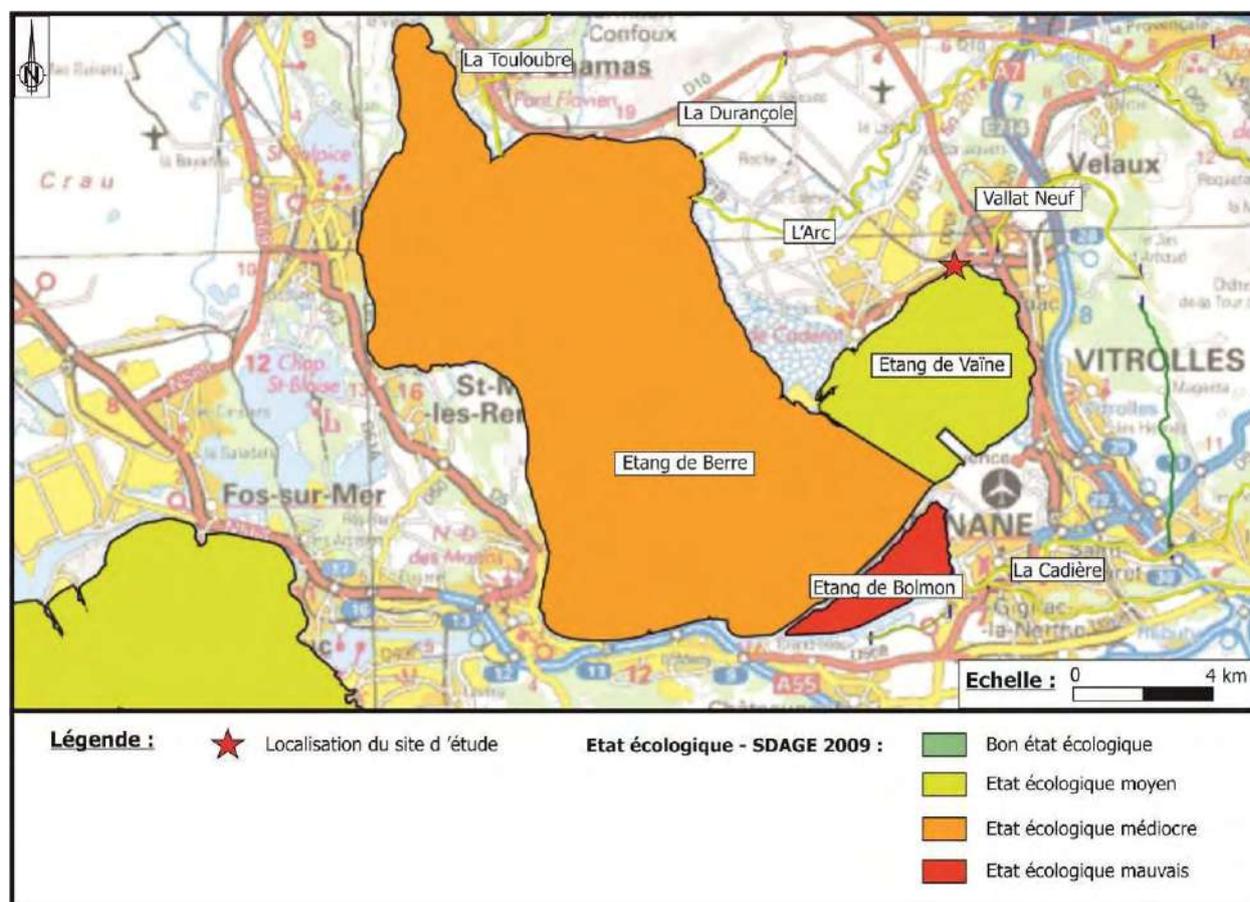


Figure 29 : État écologique des masses d'eau – SDAGE 2009  
Source : carmen.carmentcarto.fr

<sup>1</sup> La deuxième catégorie représente les eaux où les poissons blancs (gardons, ablettes, brèmes, tanches, barbillons, carpes, brochets, sandres, perches, silures...) dominent.

La première catégorie représente les eaux où les salmonidés (truite, ombre chevalier, ombre commun, huchon) dominent.

## 8. ZONES PROTÉGÉES

La faune et la flore peuvent représenter des récepteurs possibles à préserver, dans le cas où le site se trouve dans ou à proximité d'une zone de protection naturelle. Le tableau suivant recense l'ensemble des zones protégées autour du site d'étude.

Type de zone protégée	Présence à proximité du site	Descriptif de la zone concernée (distance par rapport au site)	Référence sur les figures
ZNIEFF type I	OUI	930012438 – Salins de Berre (3,7 km)	2
		930020183 – Marais de Berre (5,9 km)	3
		930020184 – Marais du Sagnas (6,2 km)	4
ZNIEFF type II	OUI	930020231 - Etang de Berre, Etang de Vaine (20 m)	1
		930012444 – Plateau d'Arbois, chaîne de Vitrolles, plaine des milles (3,4 km)	5
		930012437 – Embouchures de l'Arc et de la Durançole, marais du Sagnas, maire de Berre (6,5 km)	6
		930012436 – Chaîne de la Fare, massif de Lançon (11 km)	7
		930020197 – Crau de Berre-l'Étang (10,6 km)	8
ZICO	OUI	PAC05 – Salines de l'Étang de Berre (3,7 km)	2
	OUI	PAC13 – Plateau de l'Arbois, garrigues de Lançon et chaîne des cotes (7 km)	10
NATURA 2000	OUI	FR9312005 – Directive Oiseaux – Salines de l'Étang de Berre (3,7 km)	2
		FR9310069 – Directive Oiseaux – Garrigues de Lançon et chaînes alentours (4,3 km)	9
		FR9312009 – Directive Oiseaux – Plateau de l'Arbois (10,6 km)	8
		FR9301597 – Directive habitats – Marais et zones humides liés à l'Étang de Berre (3,7 km)	2
Parc national	NON		
Parc régional	NON		
Parc naturel marin	NON		
Réserve naturelle nationale ou régionale	NON		
Réserve biologique	NON		
Réserve de chasse et de faune sauvage	NON		
Zone humide d'intérêt international (RAMSAR)	NON		
Arrêté préfectoral de protection de biotope	NON		
Réserve de biosphère	NON		

Tableau 15 : Zones protégées remarquables à proximité du site d'étude

L'Étang de Berre est classé en tant que ZNIEFF de type II et constitue donc une ressource à protéger.



Figure 30 : Zones naturelles remarquables à proximité du site d'étude (ZNIEFF)  
Source : site internet [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr)

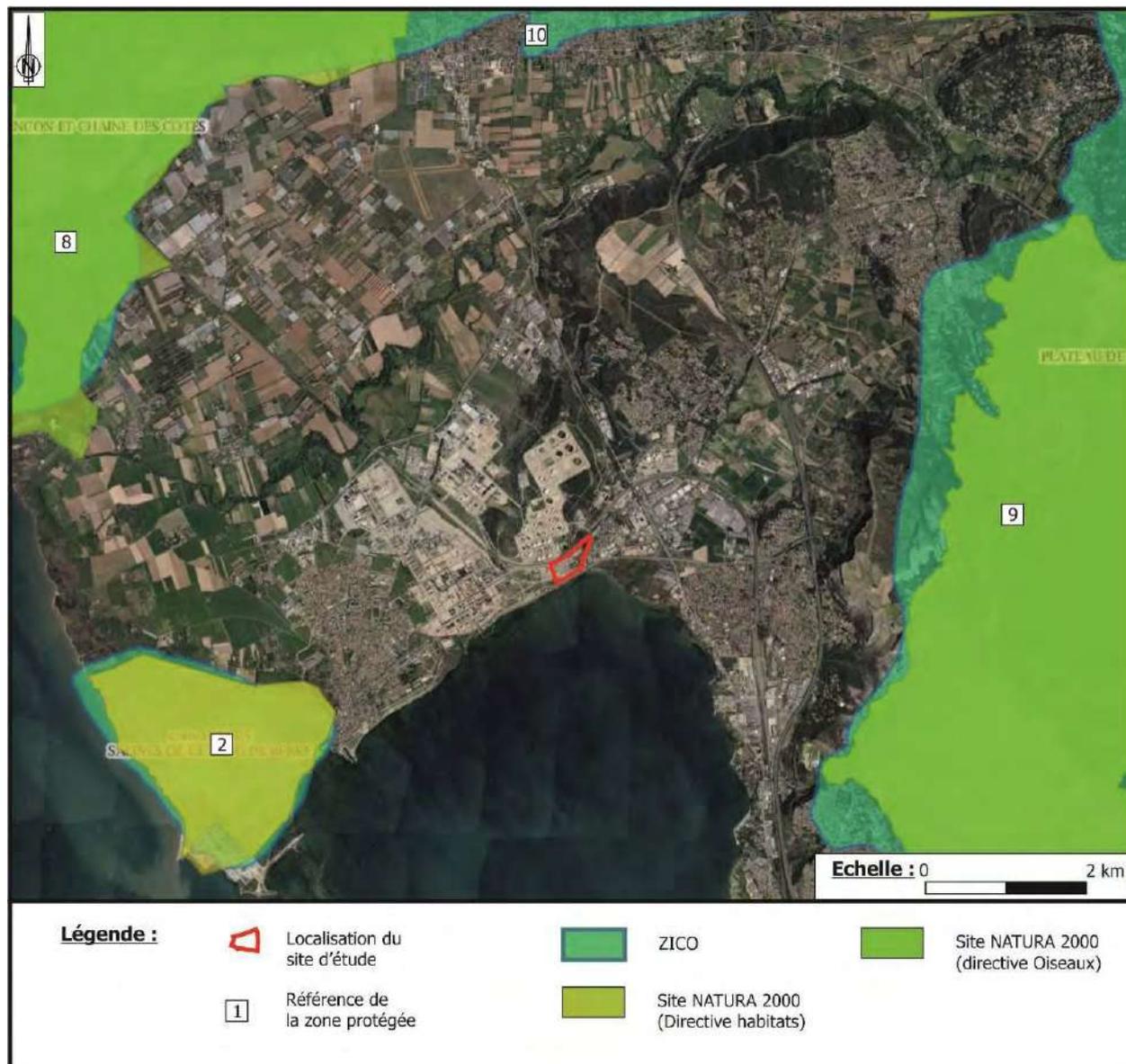


Figure 31 : Zones naturelles remarquables à proximité du site d'étude (ZICO, NATURA 2000)  
Source : site internet geoportail.gouv.fr

## 9. ZONES HUMIDES

L'article L.211-1 du code de l'environnement instaure et définit l'objectif de gestion équilibrée de la ressource en eau. Il vise en particulier la préservation des zones humides, dont il donne la définition en droit Français : « On entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

En dehors des zones humides connues, un inventaire de zones potentiellement humides (ou « zones à dominante humide ») a été réalisé au niveau national par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et Agrocampus Ouest, à la demande du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie. Cet inventaire regroupe les enveloppes qui, selon les critères géomorphologiques et climatiques, sont susceptibles de contenir des zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié. Les enveloppes d'extension des milieux potentiellement humides sont représentées selon trois classes de probabilité :

- Probabilité assez forte ;
- Probabilité forte ;
- Probabilité très forte.

Ce recensement n'a pas de portée réglementaire directe sur le territoire ainsi délimité. Il permet simplement de signaler la présence potentielle, sur une commune ou partie de commune, d'une zone humide et qu'il convient dès lors qu'un projet d'aménagement ou qu'un document de planification est à l'étude que les données soient actualisées et complétées à une échelle adaptée au projet.

D'après la Direction de l'eau et de la biodiversité du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, et l'inventaire constitué par l'INRA et Agrocampus Ouest, le site étudié n'est pas localisé au droit d'une zone potentiellement humide.

Toutefois, lors des investigations menées sur les sols, des indices correspondant à la présence d'une zone humide ont été observés notamment à proximité des bassins :

- Des critères habitats avec l'observation de végétation hydrophile telle que des roseaux, des herbacées ;
- Des critères pédologiques avec l'observation de traits rédoxiques (traces d'oxydo-réduction) dans les sols.

De plus, la carte ci-dessous met en évidence :

- La présence de zones potentiellement humides notamment le long de l'Étang de Berre à l'Ouest et à l'Est de la zone d'étude.
- Une ligne potentiellement humide le long de la départementale D21.

Il est fort probable que la zone d'étude soit également concernée par la présence d'une telle zone notamment en partie basse.

La réalisation d'un diagnostic zone humide permettrait de statuer définitivement sur ce point.

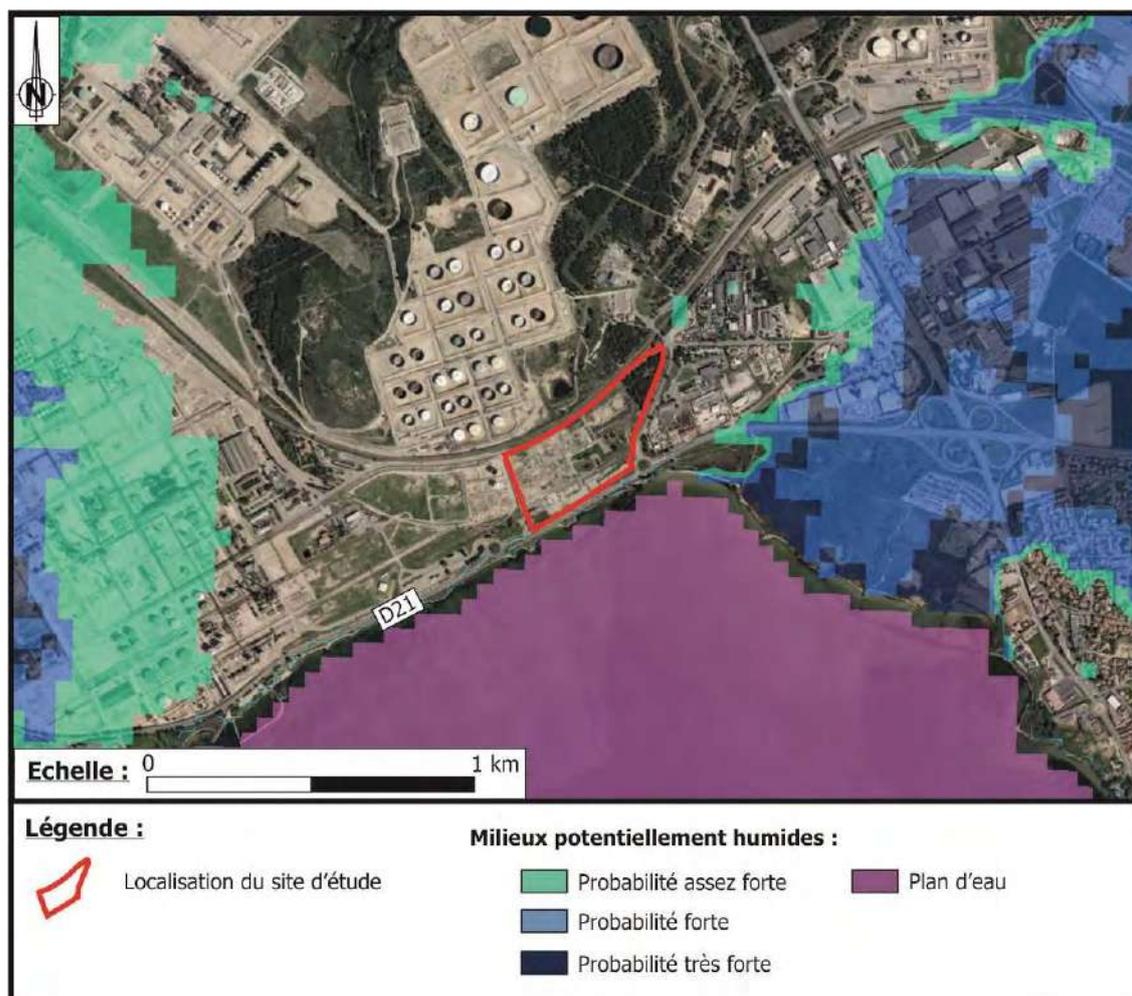


Figure 32 : Zones humides à proximité du site d'étude  
Source : site internet sig.reseau-zones-humides.org

## 10. CONCLUSION DE L'ÉTUDE DE VULNÉRABILITÉ

La zone étudiée est localisée dans le département des Bouches-du-Rhône dans un environnement industriel (zone pétrochimique). L'emprise du projet se trouve à cheval sur les communes de Berre-l'Étang et de Rognac. La zone d'étude s'implante au pied des collines des Barjaquets le long de l'Étang de Vaine.

Le terrain naturel présente une pente de 6,5 % en direction de l'Étang. Néanmoins, le prospect est organisé en terrasse en fonction des anciens bâtis. Les altitudes varient entre environ 23 m NGF Nord-Est et 2 m NGF au Sud.

Le tableau suivant représente la vulnérabilité et la sensibilité des différents milieux vis-à-vis d'une pollution éventuelle en provenance du site d'étude.

Milieux		Vulnérabilité		Sensibilité	
		Sur site	Hors site	Sur site (projet)	Hors site (actuel)
Sol	Remblais sur calcaires et marnes.	<p>Forte :</p> <p>Les remblais affleurants sont vulnérables vis-à-vis des pollutions provenant de la surface. Ils ne constituent pas un frein la progression de la pollution en profondeur <b>puisque</b> ils peuvent présenter une perméabilité variable.</p> <p>Les calcaires et marnes sous-jacentes sont vulnérables du fait de l'altération des faciès et de la présence de fracturations du calcaire.</p>		Moyenne : Plateforme logistique. Accueil de travailleur (population adulte)	Forte : Étang de Berre Activités de loisir et de pêche recensées
	Nappe des calcaires et marnes du Bégudien	<p>Forte</p> <p>Nappe à faible profondeur Piézomètre localement artésien</p>		Faible : <b>Pas d'usage</b> des eaux souterraines sur site	Forte : Nappe en relation hydraulique avec l'Étang de Berre (20 m au Sud). Activités de loisir et de pêche recensées
Eaux souterraines	Captage AEP	Non concerné	Non concerné	Non concerné	Non concerné
	L'Étang de Berre	Non concerné	<p>Forte :</p> <p>Étang de Berre à 20 m en aval hydraulique. Existence de rejet direct depuis le site d'étude</p>	Non concerné	Forte : Étang de Berre Activités de loisir et de pêche recensées
Eaux de surface	Captage AEP	Non concerné	<p>Forte :</p> <p>Canal de Provence en surface</p>	Non concerné	Forte : Usage sensible recensé - consommation d'eau potable

Milieux		Vulnérabilité		Sensibilité	
		Sur site	Hors site	Sur site (projet)	Hors site (actuel)
Milieux naturels	Zone humide	Possible	Faible : La zone humide la plus proche est située en latéral hydraulique	Indéterminée : Présence d'une zone humide à confirmer	Indéterminée : Probabilité assez forte à très forte (présence de zone humide à vérifier)
	Espaces protégés	Non concerné	Fort : L'espace protégé le plus proche est situé à 20 m en aval hydraulique. Existence de rejet direct depuis le site d'étude	Non concernée	Forte : Zone protégée

Tableau 16 : Synthèse de l'étude de vulnérabilité

En résumé, les milieux sol et eaux souterraines peuvent être considérés comme fortement vulnérables vis-à-vis d'une pollution au droit du site en raison :

- De la perméabilité potentiellement bonne des sols en place ;
- De la faible profondeur de la nappe dont l'aquifère n'est protégé par aucune formation imperméable.

Il est important de noter que le milieu eau superficielle et le milieu naturel (faune et flore) associés à l'Étang de Berre) sont également vulnérables à une pollution en provenance du site en raison :

- De la présence de rejet direct à l'Étang en provenance du site ;
- Des relations hydrauliques entre les eaux souterraines et l'Étang de Berre (dernier exutoire avant la mer Méditerranée).

La sensibilité du site est considérée comme relativement faible ou moyenne. Les alentours quant à eux possèdent une sensibilité vis-à-vis du milieu sol et des eaux souterraines est élevée du fait de la présence de l'Étang de Berre en aval hydraulique immédiat du site. Des activités de loisirs (baignade, voile) ainsi que la pêche y sont pratiquées et il s'agit d'une ZNIEFF de type II.

## 11. ÉTUDES DES ALÉAS

### 11.1. Retrait / gonflement des argiles

Les communes de Berre-l'Étang et de Rognac abritent des zones d'aléa retrait et gonflement des argiles faible à fort sur leurs territoires. La zone d'étude se situe dans une zone ou l'aléa « retrait et gonflement » des argiles est à considérer comme moyen.



Figure 33 : Carte de l'aléa retrait et gonflement des argiles au droit de la zone d'étude  
Source : site internet georisques.gouv.fr

### 11.2. Inondation par remontée de nappe

D'après les données obtenues auprès du ministère en charge de l'environnement, la partie basse du terrain à l'étude est dans une zone avec une sensibilité moyenne à la remontée de la nappe dans les sédiments.



Figure 34 : Carte de la remontée de nappe dans les sédiments  
Source : site internet georisques.gouv.fr

### 11.3. Inondation par débordement de cours d'eau

La consultation des plans de prévention des risques sur le département des Bouches-du-Rhône n'a pas permis de mettre en évidence un règlement au droit du **site d'étude** (partie Berre-l'Étang et Rognac). D'après les données obtenues auprès du ministère en charge de l'environnement, le terrain à l'étude n'est pas concerné par le risque inondation par débordement.

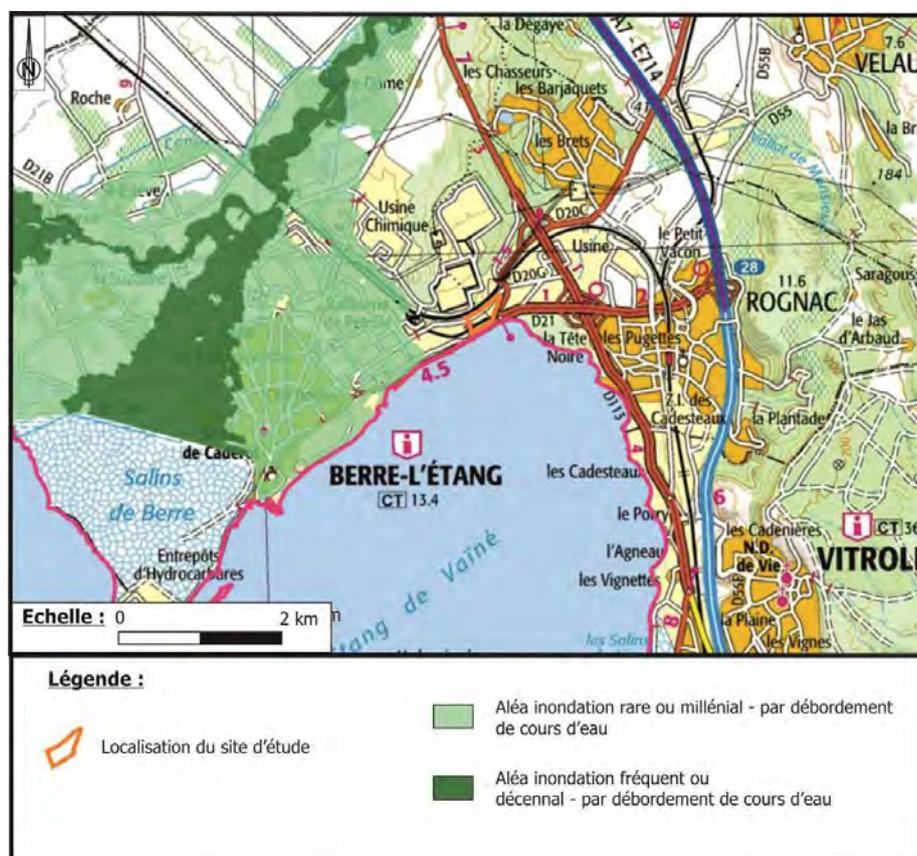


Figure 35 : carte du risque inondation  
Source : site internet georisques.gouv.fr

### 11.4. Carrières

Dès 1953, les carrières sont recensées en tant qu'Installation Classée pour la Protection de l'environnement (rubrique n°2510). Cependant, c'est avec la loi n°93-4 du 4 janvier 1993 relative aux carrières, que les problématiques environnementales sont prises en compte. Les conditions d'exploitation des carrières sont définies dans le code de l'environnement. Avant cette date, il est probable que les ressources en matériaux des sols aient été exploitées en carrière sans répondre aux exigences environnementales actuelles. Ces carrières peuvent avoir été remblayées avec des matériaux de mauvaise qualité ou même utilisée en fin d'exploitation comme décharge de produits indésirables pour l'environnement. Il est probable que les terres au droit d'une ancienne carrière ne soient pas inertes au sens de l'arrêté du 12 décembre 2014.

Le site n'est pas recensé comme ancienne carrière. Néanmoins, les images d'archives consultées dans l'étude historique ont mis en évidence au droit du site (notamment sur la partie Est) différentes zones d'excavation des sols. Elles pourraient correspondre à des anciennes carrières.



Figure 36 : Zone d'anciennes carrières  
Sources : Infoterre

### 11.5. Synthèse des aléas

Aléa	Vulnérabilité du site
Retrait / gonflement des argiles	Moyen
Inondation par remontée de nappe	Potentiellement sujette aux débordements de la nappe
Inondation par débordement de cours d'eau	À priori nulle
Aléa lié à la présence de carrière	À priori nulle

Tableau 17 : Synthèse des aléas

## VII. LE SCHÉMA CONCEPTUEL POST ÉTUDES DOCUMENTAIRES

Le programme d'investigation est réalisé à partir des données obtenues lors des études bibliographiques, mémorielles et documentaires et se base sur un schéma conceptuel. Ce dernier permet de formaliser les différentes composantes du site et/ou du projet vis-à-vis des enjeux environnementaux et sanitaires et ainsi d'orienter le programme d'investigation afin d'assurer la compatibilité entre l'état du site et l'usage prévu.

### 1. LE PROJET

Le programme comprend au droit de la zone d'étude :

- Une plateforme logistique comprenant un hangar avec bureaux sans niveau de sous-sol ;
- Deux bassins étanches de récupération des eaux ;
- Des parkings extérieurs et voies de circulations ;
- Des espaces verts paysagers réalisés par l'apport de terres saines ;
- Le comblement des actuels bassins ;
- Conformément à l'arrêté préfectoral, les canalisations en eau potable devront être au maximum hors sol.

La réalisation du projet prévoit la mise en place d'importants mouvements de déblais / remblais afin de créer une ligne d'équilibre à 10 m NGF.

### 2. MÉTHODE NATIONALE D'ÉVALUATION DES RISQUES

Selon la méthode nationale d'évaluation des risques, l'existence d'un risque (R) implique la présence concomitante d'une source dangereuse (D), d'un mode de transfert vers et dans les milieux (T) et d'une cible, l'homme à ce stade de la démarche (C).

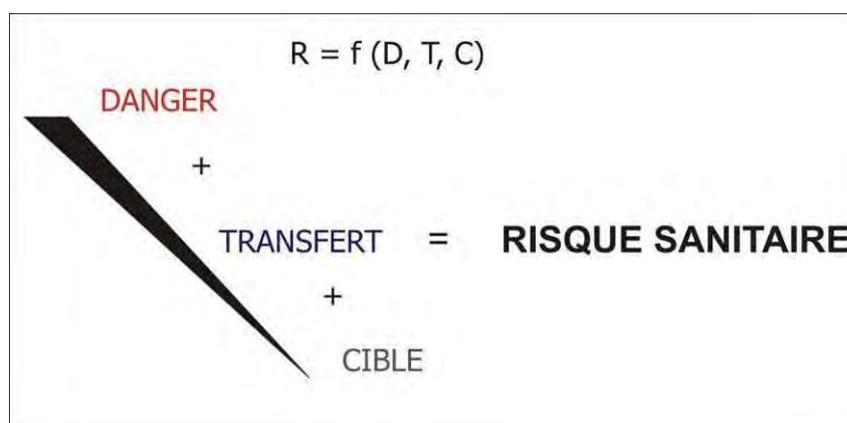


Figure 37 : Schéma de principe d'évaluation d'un risque sanitaire

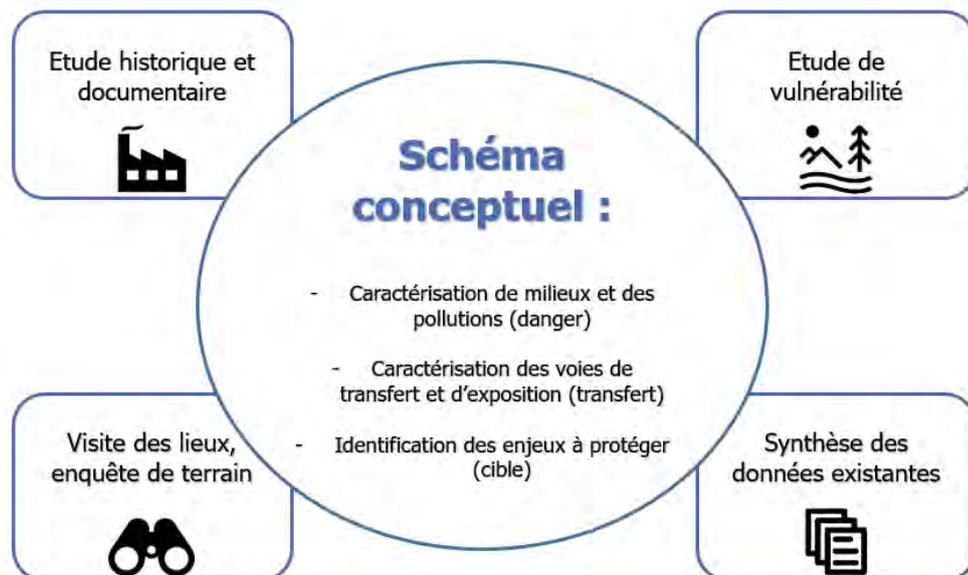


Figure 38 : Données d'entrée du Schéma conceptuel initial

### 3. LE SCHÉMA CONCEPTUEL INITIAL – ÉTAT ACTUEL

Le site est actuellement à l'état de friche. Aucune présence régulière humaine n'est recensée. Selon la méthodologie nationale d'évaluation des risques, l'existence d'un risque (R) implique la présence concomitante d'une source dangereuse (D), d'un mode de transfert vers et dans les milieux (T) et d'une cible, l'homme à ce stade de la démarche (C). En l'état, aucun risque pour l'homme sur site ne peut être formulé du fait de l'absence de cible.

Les données d'entrée de ce schéma conceptuel sont synthétisées dans la figure suivante.

Le schéma conceptuel est présenté de manière à visualiser :

- La ou les sources de pollution potentielles ;
- La ou les voies d'exposition possibles ;
- Les cibles potentielles ;
- Les milieux d'exposition.

SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation		
Milieu contaminé	Substances dangereuses				Usagers du site	
SOLS	CARACTERES NON VOLATILS (8 ETM, HCT, HAP, BTEX)	Contact cutané	Pénétration percutanée	Sol sans recouvrement de surface	Absence de cible	NON (Absence de cible)
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (Absence de cible)
		Contact main/bouche	Ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (Absence de cible)
		Mise en suspension des particules	Inhalation de poussières, ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (Absence de cible)
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site	Jardin potager / arbre fruitier		NON (absence de voie de transfert et de cible)
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS (Hg, HCT, HAP, BTEX)	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (Absence de cible)
		Volatilisation	Inhalation de vapeur	Air en extérieur		NON (absence de cible)
				Air en intérieur		NON (Absence de cible)
GAZ DU SOL	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé	Absence de cible	NON (Absence de cible)
		Volatilisation	Inhalation de vapeur	Air en extérieur		NON (absence de voie de transfert et de cible)
				Air en intérieur		NON (Absence de cible)

Tableau 18 : Schéma conceptuel<sup>2</sup> – Etat initial – partie 1/2  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot

<sup>2</sup> Le processus de perméation est un phénomène physique de transport des produits chimiques dans le sol, ou dissous dans l'eau du sol, à travers la paroi de la canalisation. A la sortie de la zone affectée par la perméation, l'eau est contaminée. Les risques liés à ce phénomène sont au niveau des hydrocarbures aromatiques (BTEX), des hydrocarbures halogénés (COHV) et des hydrocarbures légers (HCT C5-C10).

SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)				
<i>Milieu contaminé</i>	<i>Substances dangereuses</i>	<i>Transfert</i>	<i>Voie d'exposition</i>	<i>Localisation</i>	<i>Usagers du site</i>					
EAUX SOUTERRAINES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Nappe d'eau à faible profondeur	Absence de cible	NON (absence voie de transfert)				
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de cible)				
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (Absence de cible)				
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (Absence de cible)				
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert et de cible)				
		Utilisation des eaux souterraines	Utilisation des eaux souterraines (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert et de cible)				
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert et de cible)				
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			NON (Absence de cible)				
		EAUX SUPERFICIELLES	CARACTERES NON VOLATILS			contact cutané	Pénétration percutanée	Bassin et résurgence des eaux souterraines à travers les piézomètres utilisées pour la surveillance des eaux souterraines	Absence de cible	NON (Absence de cible)
						Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert et de cible)
Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (Absence de cible)						
Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (Absence de cible)						
Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert et de cible)						
Utilisation des eaux superficielles	Utilisation des superficielles (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de cible)						
CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	NON (absence voie de transfert et de cible)							
	Volatilisation	Inhalation de vapeur	NON (Absence de cible)							

Tableau 19 : Schéma conceptuel initial – Etat initial – partie 2/2  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot



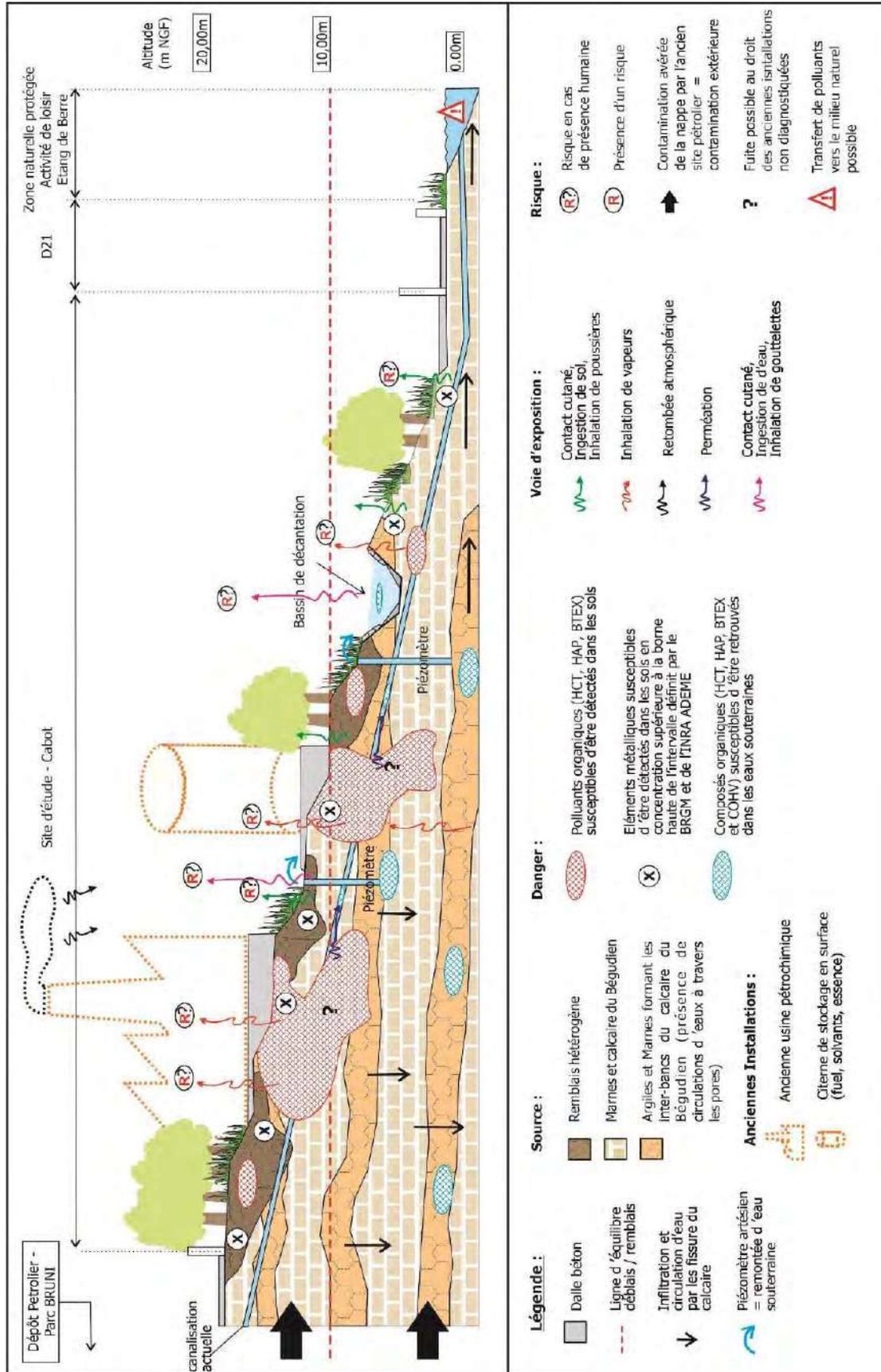


Figure 39 : Schéma conceptuel initial – État actuel  
 BERRE-L'ÉTANG – Cabot

#### 4. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES MILIEUX RETENUS

Le tableau suivant présente les milieux susceptibles d'avoir été impactés et pouvant engendrer des excès de risque sanitaire pour les futurs usagers au droit du site.

Il est important de noter que dans le cadre du projet :

- Les plans d'eau observés sur site seront voués à disparaître ;
- Les espaces extérieurs seront entièrement recouverts.
- Conformément à l'arrêté préfectoral, les canalisations en eau potable devront être hors sol et les résurgences des eaux souterraines seront mises en sécurité.

Les matrices retenues feront l'objet d'investigation de terrain afin de statuer de la compatibilité des milieux avec l'usage projeté.

	Éléments remarquables	Milieu sol	Milieu eau souterraine	Milieu gaz du sol	Milieu Eau de surface
Synthèse des données existantes	Pollution en composés organiques et en métaux au droit du milieu sol, eaux souterraines, eaux superficielles et dans les sédiments.	Milieu retenu :  Caractériser les terres du site dans le but de vérifier la possibilité de procéder à des mouvements de déblais / remblais au droit de la future plateforme logistique.	Milieu non retenu pour la première phase :		
Visite de site (A100)	Présence d'une ancienne usine pétrochimique sur site avec de nombreuses sources potentielles de pollution	Vérifier les zones avec un impact historique  Auditer les zones non investiguées à ce jour	La reconnaissance de la qualité des eaux souterraines en avril 2019 a révélé la présence d'un impact significatif aux hydrocarbures (phase pure flottante + fortes odeurs)  Le réseau de surveillance des eaux souterraines est à refaire lors d'une deuxième campagne d'investigation après validation de l'implantation par les services de l'état	Milieu non retenu pour la première phase :  La matrice gaz de sol sera audité lors d'une deuxième campagne d'investigation pour déterminer la volatilité des polluants en fonction des résultats de la campagne d'investigations réalisée sur les sols.	Milieu non retenu pour la première phase :  <b>Plan d'eau</b> sur site : En cas de découverte de pollution dans les sols, à proximité des bassins, la matrice eau de surface sera retenue lors d'une autre campagne d'investigation pour déterminer le devenir de ces eaux dans le cadre de la réfection des bassins.
Étude historique, documentaire et mémorielle (A110)	Présence d'une ICPE sur site et de 14 ICPE à proximité immédiate du site dont une en amont hydraulique				
Étude de vulnérabilité (A120)	Présence de remblais et d'une nappe d'eau souterraine à faible profondeur. Zone protégée vulnérable située à proximité immédiate du site en aval hydraulique (Étang de Berre).	Statuer sur un éventuel risque sanitaire			

Tableau 20 : Milieux retenus

## 5. LE SCHÉMA CONCEPTUEL INITIAL – ÉTAT PROJETÉ

Les données d'entrée de ce schéma conceptuel sont synthétisées dans la figure suivante.

Le schéma conceptuel est présenté de manière à visualiser :

- La ou les sources de pollution potentielles ;
- La ou les voies d'exposition possibles ;
- Les cibles potentielles ;
- Les milieux d'exposition.

SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)		
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation				
Milieu contaminé	Substances dangereuses				Usagers du site			
SOLS	CARACTERES NONVOLATILS (8 ETM, HCT, HAP, BTEX)	Contact cutané	Pénétration percutanée	Sol sans recouvrement de surface	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (voie de transfert supprimée)		
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art)		
		Contact main/bouche	Ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (voie de transfert supprimée)		
		Mise en suspension des particules	Inhalation de poussières, ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (voie de transfert supprimée)		
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site	Jardin potager / arbre fruitier		NON (absence de voie de transfert)		
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS (Hg, HCT, HAP, BTEX)	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art)		
		Volatilisation	Inhalation de vapeur	Air en extérieur		OUI		
				Air en intérieur		OUI		
		GAZ DU SOL	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation		Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé	NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art)
				Volatilisation		Inhalation de vapeur	Air en extérieur	OUI
Air en intérieur	OUI							

Tableau 21 : Schéma conceptuel<sup>3</sup> initial Etat projeté sans mesures de gestion – partie 1/2  
BERRE-Cabot

<sup>3</sup> Le processus de perméation est un phénomène physique de transport des produits chimiques dans le sol, ou dissous dans l'eau du sol, à travers la paroi de la canalisation. A la sortie de la zone affectée par la perméation, l'eau est contaminée. Les risques liés à ce phénomène sont au niveau des hydrocarbures aromatiques (BTEX), des hydrocarbures halogénés (COHV) et des hydrocarbures légers (HCT C5-C10).



SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation		
<i>Milieu contaminé</i>	<i>Substances dangereuses</i>				<i>Usagers du site</i>	
EAUX SOUTERRAINES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Nappe d'eau à faible profondeur	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert)
		Utilisation des eaux souterraines	Utilisation des eaux souterraines (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			OUI
EAUX SUPERFICIELLES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Bassin et résurgence des eaux souterraines à travers les piézomètres utilisées pour la surveillance des eaux souterraines	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert)
		Utilisation des eaux superficielles	Utilisation des superficielles (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			NON (absence voie de transfert)

Tableau 22 : Schéma conceptuel<sup>#</sup> initial Etat projeté sans mesures de gestion – partie 2/2  
BERRE-Cabot

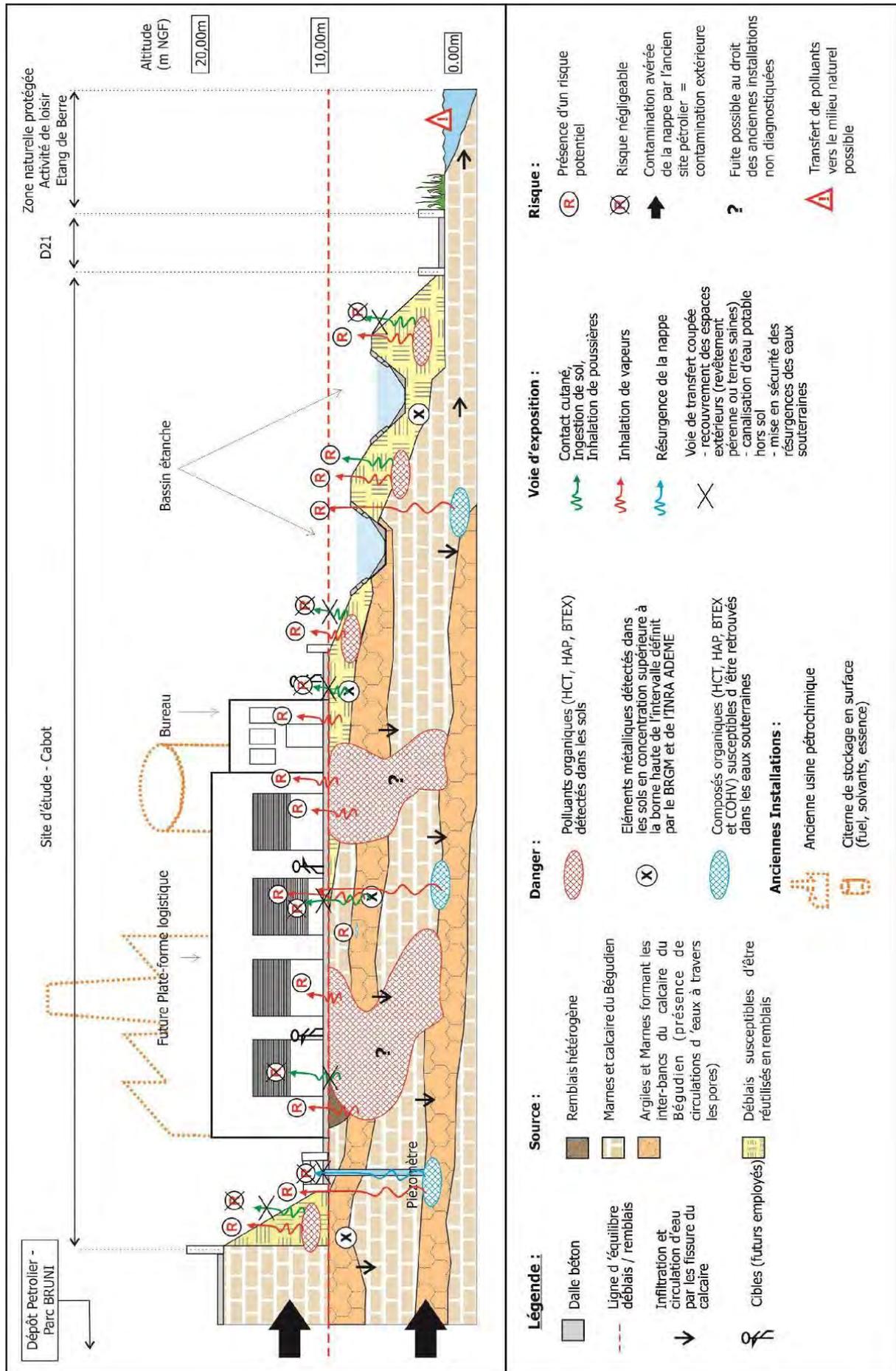


Figure 40 : Schéma conceptuel initial – Etat projeté  
 BERRE-L'ÉTANG – Cabot

## VIII. LE PROGRAMME PRÉVISIONNEL D'INVESTIGATION POST DOCUMENTAIRE

### 1. POUR LE MILIEU SOL (A200)

Deux problématiques sont à prendre en compte :

- La qualité des terres qui seront excavées dans le cadre des mouvements de déblais/remblais prévus au sein du site afin **d'optimiser au maximum** la réutilisation des terres et ainsi éviter leurs évacuations du site vers un centre de stockage adapté ;
- La qualité des terres situées au-delà **de l'arase** de terrassement et de celles laissées en place au droit des zones de pleine terre **susceptibles d'engendrer** des risques sanitaires pour les futurs usagers si elles se révélaient être polluées.

Suite à la visite de site, il a été constaté la présence de nombreux regards ainsi que de nombreuses dalles béton et nombreux massifs de fondation liés à un démantèlement du site non achevé. Il a donc été nécessaire de procéder à une démolition des structures présentes au droit des futurs emplacements de sondages.

#### 1.1. Réalisation des sondages

Les sondages seront répartis afin de se renseigner sur :

- La qualité des sols au droit des futurs bâtiments logistiques ;
- **L'état actuel** des zones ayant fait **l'objet** de travaux de dépollution ;
- La qualité des sols au droit des zones **d'ombres** du site où aucune investigation **n'a** été menée à notre connaissance.

Les investigations seront réalisées selon les normes en vigueur.

La profondeur des sondages sera adaptée en fonction des hauteurs de terrassement prévues pour permettre les mouvements de déblais/remblais et le prélèvement d'échantillons au-delà de l'arase du futur bâtiment.

Dans l'état de nos connaissances, les sondages seront réalisés à la pelle mécanique.

Zone à investiguer		Type d'implantation	maillage (m <sup>2</sup> )	Profondeur (m)	Nombre de sondages	métré total (ml)
Emprise du futur bâtiment	Zone à déblayer (en fonction de la hauteur à terrasser)	Systématique	500	4	14	56
				3	13	39
				2	15	30
	Zone à remblayer			4	5	20
				2	15	30
				1	9	9
Espace extérieur	Zone impactée	Stratégique	500 à 600	4	7	28
	Zone non investiguée	Sytématique	3 000	4	5	20
	Reste de l'emprise	Systématique	10 000	4	3	12
TOTAL					86	244

Tableau 23 : Synthèse des investigations à réaliser - matrice sol

Au droit de l'**emprise** du futur bâtiment, un maillage systématique d'environ 500 m<sup>2</sup> est prévu afin de couvrir de façon homogène la surface du bâtiment.

Pour les zones extérieures (moins sensibles dans leurs usages), le maillage est moins serré :

- 3 000 m<sup>2</sup> pour la zone non investiguée qui à priori **n'a pas** fait l'objet d'installation pétrochimique ;



- 500 m<sup>2</sup> environ dans les zones impactées historiquement
- 10 000 m<sup>2</sup> pour le reste **de l'emprise** en extérieur (à priori non impacté et déjà investigué)

Du fait de la géologie de la région, la puissance des machines pourrait ne pas être suffisante pour descendre les sondages à la profondeur prévue.

## 1.2. Prélèvements des échantillons et analyses

Les prélèvements de sols seront effectués selon les normes en vigueur et seront dans certains cas ciblés du fait de **l'ancienne** activité avérée polluante du site.

- Les échantillons de sol seront donc prélevés pour chaque faciès et/ou par mètre linéaire. Les terrains présentant des indices organoleptiques de pollution (odeur et/ou couleur anormale) seront systématiquement prélevés. En **l'absence d'indice**, les sondages seront régulièrement échantillonnés afin de couvrir au mieux les lithologies rencontrées ;
- Les composés recherchés correspondent à différents **types d'hydrocarbures** (en lien avec les anciennes activités pratiquées sur site) ;
- Au niveau de la zone à déblayer, la recherche en sus des éléments traces métalliques (ETM) permettra de déterminer si les déblais sont réutilisables pour les espaces verts ;
- 30 analyses supplémentaires (1/5<sup>e</sup> du total prévu) sont également provisionnées dans le cas où les observations de terrain indiqueraient la nécessité de faire **d'avantage d'échantillon**. Ces analyses ne seront réalisées que si elles **s'avèrent** nécessaires. En fonction des observations de terrain et/ou des résultats **d'analyses**, tout ou partie des paramètres proposés seront analysés ;
- Analyses réparties sur ces échantillons comme suit :

Milieu investigué	Type d'analyses	Nombre d'analyses
Zone à déblayer	HCT C5-C10, HCT C10-C40, BTEX, HAP + ETM	30
Ensemble du site	HCT C5-C10, HCT C10-C40, BTEX, HAP	110
Analyses supplémentaires (si nécessaire)	HCT C5-C10, HCT C10-C40, BTEX, HAP + ETM	30
TOTAL		170

Tableau 24 : Synthèse des analyses à réaliser – matrice sol

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes ;  
HCT : Hydrocarbures totaux C5-C40 ;  
HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques ;  
ETM : élément trace métallique.

## 2. POUR LE MILIEU EAU SOUTERRAINE (A210)

Pour cette première **phase d'investigation**, une vérification de **l'état** des ouvrages par simple identification visuelle, mesure des niveaux **d'eau** et de la profondeur seront réalisés.

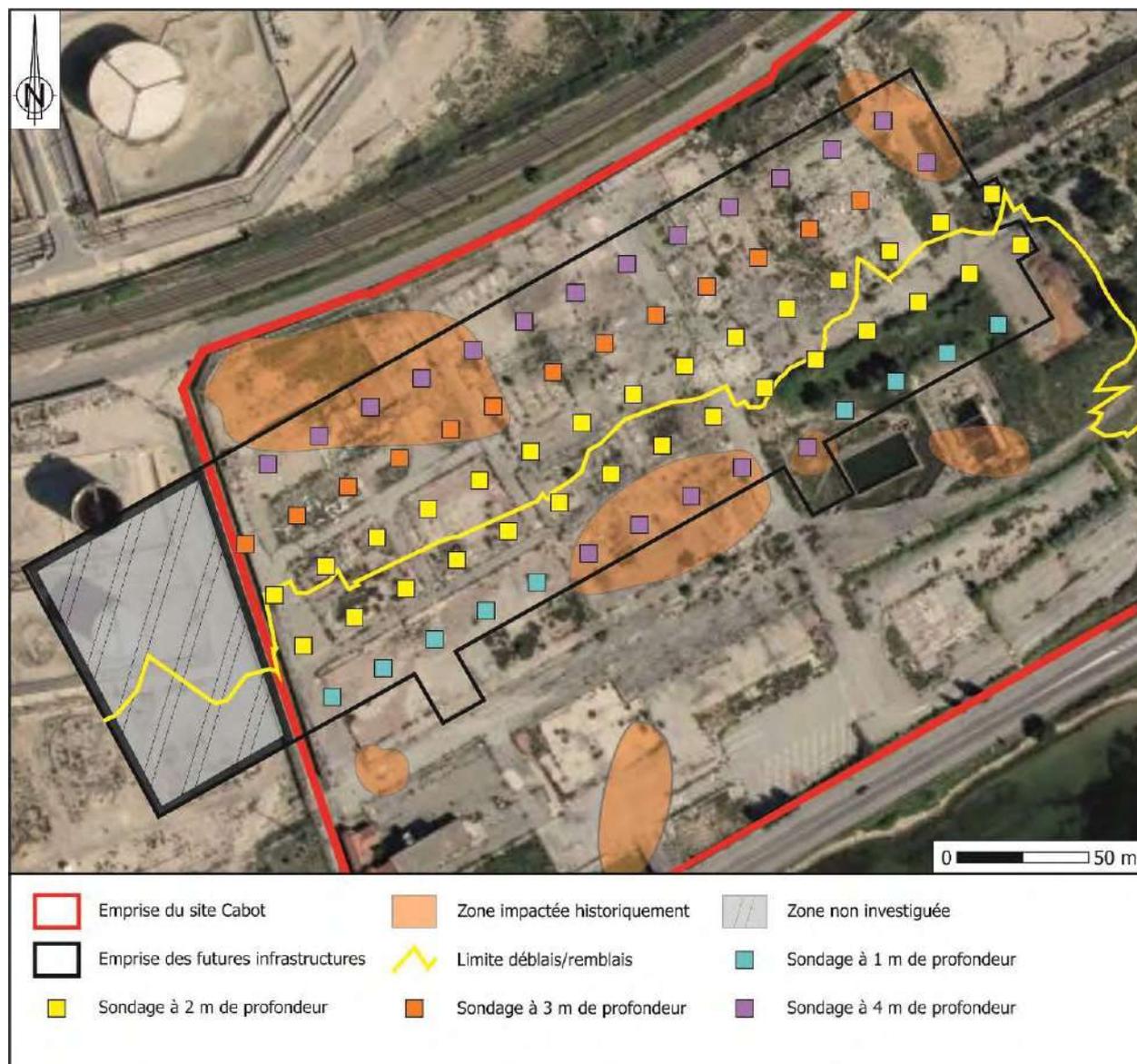
En effet, **l'arrête** du 4 mars 2010 impose la conservation et une **servitude d'accès** à trois piézomètres présents sur site. Dans le cas où ces derniers ne seraient plus en état, il sera nécessaire **d'en implanter** de nouveaux du fait de la responsabilité du propriétaire du site au maintien du bon état des ouvrages.

### 3. PLAN D'IMPLANTATION

Les schémas suivants présentent l'emplacement prévisionnel des sondages de sols.

Pour plus de visibilité, le plan d'implantation a été découpé en deux version :

- L'une concernant l'implantation au droit du futur bâtiment (maillage d'environ 500 m<sup>2</sup>) ;
- L'autre concernant les espaces extérieurs.



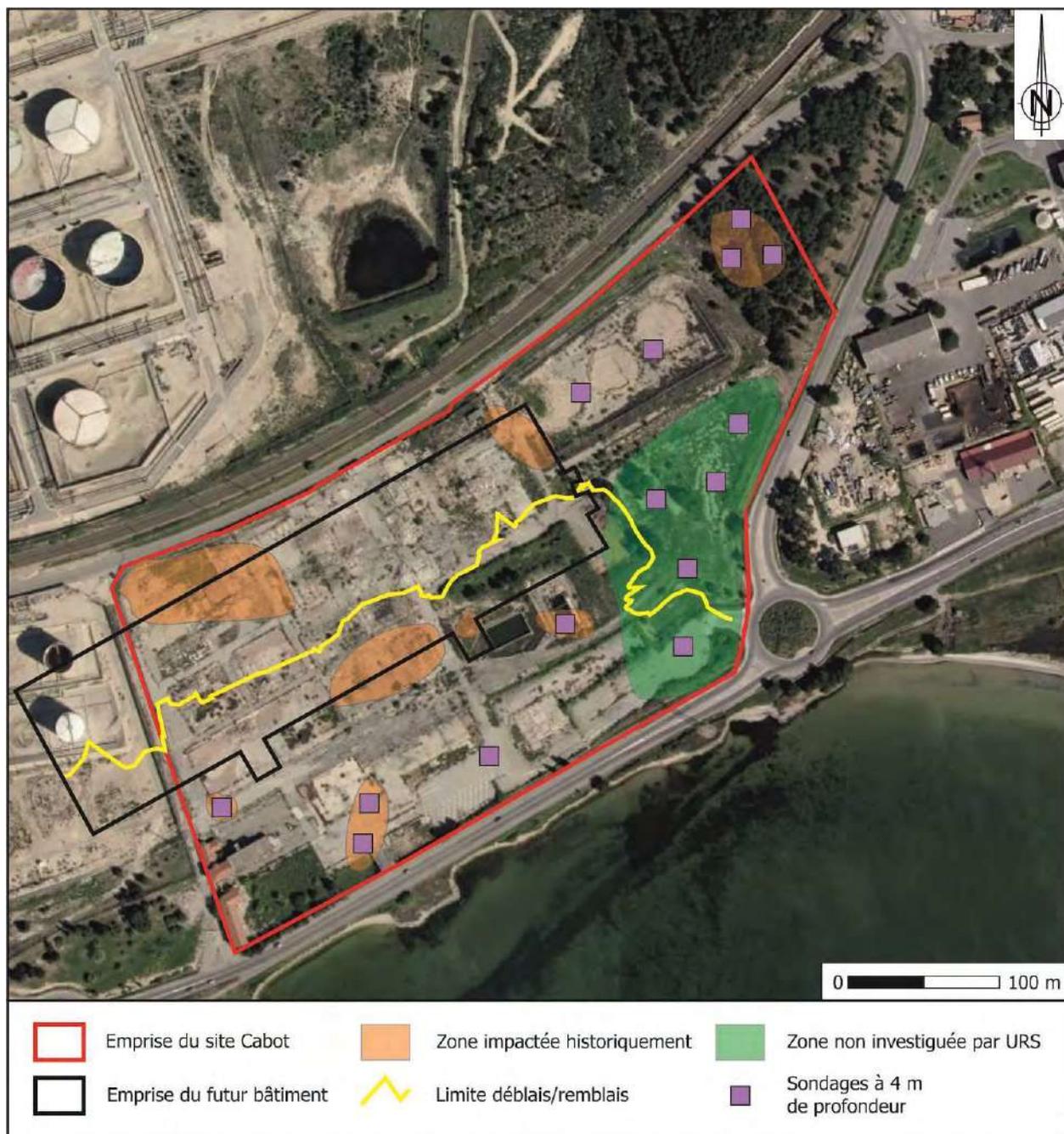


Figure 42 : Plan d'implantation des sondages au droit des futurs espaces extérieurs  
(Source de fond de carte : Google Earth)

## IX. INVESTIGATIONS DE TERRAIN

### 1. DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS

Le but de cette campagne de reconnaissance **et des phases d'investigation** est de déceler la présence **d'éventuelles** concentrations de polluants dans les sols au droit du site afin **d'évaluer** la qualité environnementale du sol et du sous-sol pour permettre une gestion optimale des terres (déblais / remblais) et de vérifier la présence de pollution sur les zones réputées dépolluées mises en évidence lors des études antérieures.

Au cours de cette campagne sur les sols, réalisée les 24, 25 et 26 avril 2019, nous avons pu :

- Observer les caractéristiques géologiques et organoleptiques du sous-sol ;
- Prélever des échantillons de sols pour évaluer leur qualité au **travers d'analyses** réalisées par un laboratoire extérieur certifié COFRAC et accrédité pour les analyses par le Ministère en charge de **l'Environnement** ;

Les prestations ont été exécutées selon :

- Les prescriptions de la norme NF X31-**620 d'août** 2016 (sites et sols pollués) ;
- Les prescriptions de la norme NF X10-**999 d'août** 2014 (réalisation, suivi et abandon ouvrage) ;
- Les prescriptions de la norme NF ISO 18400-102 de décembre 2017 (échantillonnage sols) ;
- Les recommandations du guide de « Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués » **d'avril** 2017, édité par le Ministère **de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer**.

En tenant compte de :

- **L'arrêté** du 12 décembre 2014 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions **d'exploitation** de ces installations.
- La note du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués – Mise à jour des textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués de 2007, édité par le Ministère de **l'Environnement, de l'Energie et de la Mer**.
- La circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués.

#### 1.1. Déclaration d'**Intention** de Commencement de Travaux - Sécurité

La sécurité a été assurée sur le chantier par le respect des consignes de sécurité par LETOURNEUR CONSEIL.

Pour vérifier la présence éventuelle de réseaux souterrains autres que ceux du site, des déclarations **d'intention** de commencement de travaux (DICT) ont été réalisées conformément à la réglementation en vigueur auprès de tous les concessionnaires de réseaux identifiés sur le site internet DICT.fr

Face aux éventuels réseaux souterrains, une sécurisation des points de sondage a été réalisée à l'aide d'un radio détecteur CAT+.

Des rendez-vous sur site ont également été convenus avec quatre concessionnaires afin d'effectuer un marquage **de l'emplacement** de leurs réseaux.

De plus, la présence de nombreux regard, dalles de béton et vestiges **d'installations** potentiellement dangereuses mis en évidence lors de la visite de site ont nécessité un balisage ainsi que la démolition préalable des massifs de fondation afin de permettre une sécurité optimale.

## 1.2. Sondages à la pelle mécanique

Le programme d'investigation a été élaboré par LETOURNEUR CONSEIL.

Quatre-vingt-quatre sondages ont été réalisés les 24, 25 et 26 avril 2019 à l'aide de deux pelles mécaniques de 20 tonnes sur chenilles équipées d'un godet de 1 m de large. Ils ont été effectués par l'entreprise MBSTP sous la gouverne d'un ingénieur en environnement de LETOURNEUR CONSEIL, lequel a réalisé l'implantation des sondages, le levé des coupes lithologiques et les prélèvements. Parmi ces 84 sondages :

- Au droit du futur bâtiment :
  - 17 sondages ont été descendus entre 0,00 et 1,00 m de profondeur ;
  - 35 sondages ont été descendus entre 1,00 et 2,00 m de profondeur ;
  - 10 sondages ont été descendus entre 2,00 et 3,00 m de profondeur ;
  - 7 sondages ont été descendus entre 3,00 et 4,00 m de profondeur ;
- Au droit des espaces extérieurs :
  - 7 sondages ont été descendus entre 1,00 et 2,00 m de profondeur ;
  - 3 sondages ont été descendus entre 2,00 et 3,00 m de profondeur ;
  - 5 sondages ont été descendus entre 3,00 et 4,00 m de profondeur.

Toutes les précautions ont été prises pour éviter les contaminations croisées entre chaque échantillonnage.

Les cuttings de forage ont été utilisés pour reboucher les sondages.

## 1.3. Plan d'implantation

L'implantation des sondages a été pensée afin de limiter au maximum les zones d'ombre tout en s'adaptant aux exigences du site (Réseau, zone inaccessible à la machine de forage, ...). LETOURNEUR CONSEIL a opté pour un maillage dit « systématique aléatoire » et stratégique.

Une implantation préliminaire a été réalisée le 20 avril 2019 par un ingénieur de LETOURNEUR CONSEIL.

Le tableau ci-dessous présente le récapitulatif des sondages prévisionnels et réalisés avec leur profondeur en mètre :

Zone à investiguer	maillage (m <sup>2</sup> )	Investigations prévisionnelles			Investigations réalisées		
		Profondeur (m)	Nombre de sondages	mètre total (ml)	Profondeur (m)	Nombre de sondages	mètre total (ml)
Emprise du futur bâtiment	500	4	19	76	0,5 < x ≤ 4	19	33,1
		3	13	39	0,5 < x ≤ 3,5	13	22,6
		2	30	60	0 < x ≤ 4	28	48,9
		1	9	9	1 < x ≤ 4	9	16,2
Espace extérieur	de 500 à 10 000	4	15	60	1,5 < x ≤ 4	15	40,7
TOTAL			86	244		84	161,5

Tableau 25 : Programme d'investigation sur les sols  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019

Au droit des futurs sondages, l'équipe chargée de la démolition a effectué des pré-trous d'environ 2 m de large par 2 m de long afin de mettre à jour l'ensemble des terres en place à la surface (destruction dalle, etc.).

Aucun sondage n'a donc dû être déplacé lors des trois jours d'investigation. En revanche, deux sondages de sols n'ont pas pu être réalisés en raison de la découverte de matériaux amiantés enfouis dans le sol.

61 sondages ont subi un refus lié à la géologie du terrain (bancs calcaires indurés très compacts) :



- 26 sondages initialement prévus à 4,0 m de profondeur ont subi des refus entre 0,5 et 3,0 m ;
- 11 sondages initialement prévus à 3,0 m de profondeur ont subi des refus entre 0,5 et 2,0 m ;
- 21 sondages initialement prévus à 2,0 m de profondeur ont subi des refus entre 0,5 et 1,9 m ;
- 3 sondages initialement prévus à 1 m de profondeur ont été prolongés. Néanmoins ces derniers ont subi des refus entre 1,2 et 1,7 m.

Le **plan d'**investigation des sondages ci-dessous permet de visualiser les profondeurs atteintes pour chaque sondage.



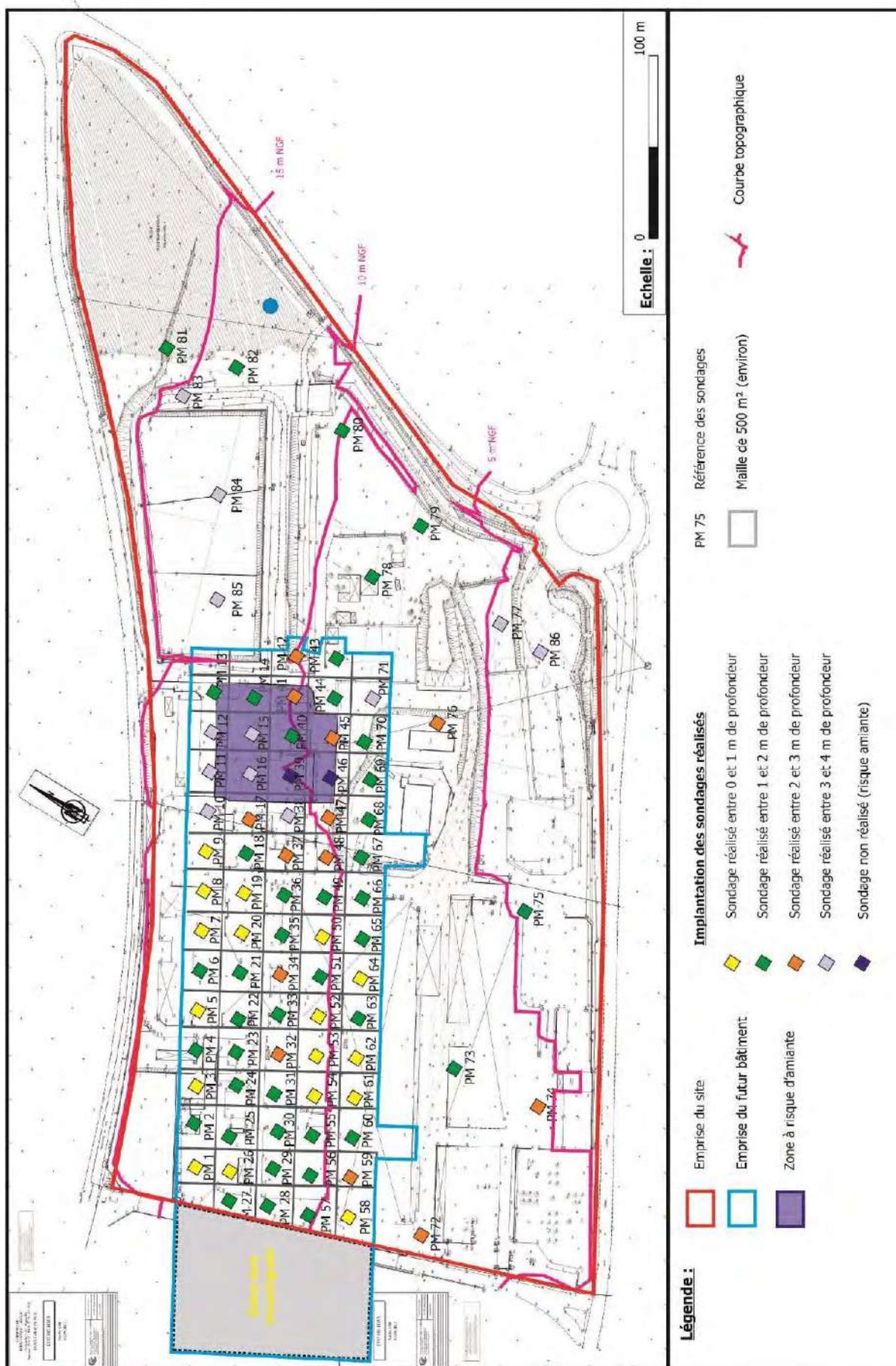


Figure 43 : Plan d'implantation des sondages  
 BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019

#### 1.4. Bruit de fond géochimique

La méthodologie recommande le prélèvement **d'échantillon témoin** au-delà de l'emprise du projet. Afin de prélever de tels échantillons, des investigations sur le domaine public et/ou sur les terrains avoisinants doivent être diligentées.

Dans le présent cas de figure, des autorisations **d'accès**, des arrêtés de circulation et/ou de voiries doivent être demandées. Ces procédures sont longues et **n'entrent pas** dans le délai imparti de l'étude. Par conséquent, les résultats **d'analyses** seront comparés aux valeurs disponibles dans des publications de référence (INRA/ADEME, du BRGM, ...) ainsi qu'**aux** résultats obtenus par la campagne **d'investigation** sur les sols menée par URS en 2010.

#### 1.5. Plan analytique des sols

Les échantillons ont été prélevés suivant les méthodes dites :

- Aléatoire tout en se souciant de couvrir au mieux les lithologies repérées au cours des sondages **en l'absence d'indices** organoleptiques (couleur, odeur, texture, ...)
- Stratégique : les échantillons ont été systématiquement prélevés et soumis à analyse en présence **d'indices** organoleptiques (couleur, odeur, texture...)

Lors de cette **campagne d'investigation**, il a ainsi été prélevé 110 échantillons de sols, tous soumis à analyse.

Ceux-ci ont été expédiés, dans les 24 heures, vers un laboratoire agréé et accrédité COFRAC et ce dans une glacière adaptée au flaconnage. **L'ensemble** des échantillons a été conditionné dans des bocaux en verre, maintenu à une température favorable à la conservation des polluants au sein des prélèvements. **L'ensemble des** prescriptions réglementaires de la chaîne analytique a été respecté (type de flaconnage, température de conservation, délai entre le prélèvement **et l'analyse**, etc.).

Il a été **choisi d'acheminer** les échantillons vers le laboratoire EUROFINS ENVIRONNEMENT. Le tableau ci-après présente le plan d'échantillonnage et les paramètres analysés sur **l'ensemble** des 110 échantillons prélevés.

Sondages réalisés	Référence d'échantillon	Type de sols analysés	Profondeurs de prélèvement (m)	Analyses effectuées	Type de prélèvement	Commentaire
PM1	A	Formation marno-calcaire	0,2 - 0,8	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM2	A	Formation marno-calcaire	1,0 - 1,7	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM3	A	Formation argilo-marneuse	0,4 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM4	A	Formation argilo-sableuse	1,0 - 1,1	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM5	A	Formation marno-calcaire	0,2 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM6	A	Remblais sablo-limoneux	0,4 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM6	B	Formation marno-calcaire	0,5 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	stratégique	sous-jacent à IODP
PM7	A	Formation marno-calcaire	0,2 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM8	A	Remblais sablo-limoneux	0,1 - 0,7	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM9	A	Formation marno-calcaire	0,2 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM10	A	Remblais sablo-limoneux	0,2 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM10	B	Formation marno-argileuse	1,0 - 3,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	stratégique	IODP
PM10	C	Formation marno-argileuse	3,0 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	sous-jacent à IODP
PM11	A	Remblais limono-sableux	0,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM11	B	Remblais limono-sableux	2,5 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM12	A	Remblais limoneux	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM12	B	Formation argilo-marneuse	3,0 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	sous-jacent à IODP
PM13	A	Formation sablo-limoneuse	0,1 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM14	A	Formation marno-calcaire avec passage limoneux	0,2 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM15	A	remblais graveleux	0,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM15	B	Formation argilo-marneuse	1,5 - 3,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM16	A	Formation marno-argileuse	1,0 - 3,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM16	B	Formation marno-argileuse	3,0 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM17	A	Formation marno-calcaire	0,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM17	B	Formation argileuse avec traces oxydoréduction	2,0 - 3,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM18	A	Remblais sablo-graveleux	0,5 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM19	A	Remblais sablo-graveleux	0,1 - 0,7	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM20	A	Remblais limono-sableux	0,2 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM21	A	Remblais sablo-limoneux	0,2 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM21	B	Formation marno-calcaire	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM22	A	Formation marno-calcaire	0,2 - 1,2	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM23	A	Remblais sablo-graveleux	0,0 - 0,3	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	stratégique	IODP
PM24	A	Remblais sablo-limoneux	0,2 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM25	A	Remblais sablo-limoneux	0,0 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM25	B	Formation marno-calcaire	0,5 - 1,2	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM26	A	Formation marno-calcaire	0,0 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM27	A	Remblais sablo-limoneux	0,1 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM28	A	Formation limono-argileuse	0,5 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM29	A	Formation limono-argileuse	1,5 - 1,8	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP

Tableau 26 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés (1/3)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



Sondages réalisés	Référence d'échantillon	Type de sols analysés	Profondeurs de prélèvement (m)	Analyses effectuées	Type de prélèvement	
PM30	A	Formation limono-argileuse	1,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM31	A	Formation limono-argileuse	0,5 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM32	A	Remblais sablo-graveleux	0,0 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM32	B	Formation limono-argileuse	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM33	A	Formation limono-argileuse	1,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM34	A	Formation argilo-limoneuse	0,5 - 0,9	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	stratégique	IODP
PM34	B	Formation limono-argileuse	1,5 - 2,3	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM35	A	Formation marno-calcaire	1,5 - 1,9	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM36	A	Formation marno-calcaire compacte	0,5 - 1,4	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM37	A	Remblais limoneux légèrement argileux	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM38	A	Remblais limono-argileux	0,5 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM40	A	Remblais limono-marneux	1,0 - 1,9	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM41	A	Remblais limono-graveleux	1,5 - 2,3	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM42	A	Remblais limono-graveleux	0,5 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	stratégique	IODP
PM43	A	Remblais limono-graveleux	0,5 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM44	A	Remblais limono-graveleux	1,0 - 1,9	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM45	A	Remblais limono-argileux	1,5 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM47	A	Remblais limono-argileux-graveleux	1,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM48	A	Remblais limono-argileux	1,5 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM49	A	Remblais limono-argileux	1,0 - 1,6	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM50	A	Remblais limono-argileux	0,5 - 0,9	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM51	A	Remblais limoneux légèrement argileux	0,0 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM52	A	Formation marno-calcaire	0,0 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM53	A	Formation marno-argileuse	0,5 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM54	A	Formation limono-argileuse	0,1 - 0,8	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM55	A	Formation limono-argileuse	0,1 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM56	A	Formation limono-argileuse	0,5 - 1,1	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM57	A	Formation limono-argileuse	0,1 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM58	A	Formation marno-calcaire	0,5 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM59	A	Formation limono-argileuse	1,9 - 2,9	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM60	A	Formation limono-argileuse	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM61	A	Remblais limono-argileux	0,2 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM62	A	Formation limono-argileuse	0,4 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM63	A	Remblais limono-graveleux	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM64	A	Formation marno-calcaire	0,2 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM65	A	Remblais limono-argileux	0,4 - 1,3	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM66	A	Remblais sablo-graveleux	0,5 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM67	A	Remblais limono-argileux	0,5 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM68	A	Remblais limono-argileux	0,5 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM69	A	Remblais limoneux	0,0 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	

Tableau 27 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés (2/3)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



Sondages réalisés	Référence d'échantillon	Type de sols analysés	Profondeurs de prélèvement (m)	Analyses effectuées	Type de prélèvement	
PM70	A	Remblais limoneux	0,1 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM71	A	Formation marno-calcaire tendre	1,5 - 2,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM71	B	Formation marno-calcaire	3,0 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM72	A	Remblais limono-sableux	0,3 - 0,7	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM72	B	Formation argilo-marneuse	1,0 - 2,7	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM73	A	Remblais sablo-limoneux	0,1 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM74	A	Formation marno-calcaire	0,3 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM74	B	Formation marno-calcaire	2,0 - 3,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM75	A	Remblais limono-sableux	0,2 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM75	B	Formation marno-calcaire	1,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM76	A	Remblais sablo-limoneux	0,2 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM76	B	Formation marno-argileuse	2,0 - 3,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM77	A	Formation limono-argileuse	0,0 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM77	B	Formation marno-argileuse	2,0 - 3,7	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM78	A	Formation limono-argileuse	0,0 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM78	B	Formation marno-calcaire	1,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM79	A	Formation limono-argileuse	0,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM79	B	Formation marno-argileuse	1,5 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM80	A	Formation limono-argileuse	0,0 - 1,7	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM80	B	Formation marno-argileuse	1,7 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM81	A	Remblais sablo-limoneux	0,0 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM81	B	Formation marno-argileuse	1,0 - 1,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM82	A	Remblais sablo-limoneux	0,0 - 0,5	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP + 8 ETM	aléatoire	
PM83	A	Formation marno-argileuse	0,0 - 1,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM83	B	Formation marno-argileuse	3,0 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM84	A	Remblais sablo-graveleux	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	aléatoire	
PM84	B	Formation marno-argileuse	3,5 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM85	A	Formation marno-argileuse	1,0 - 3,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM85	B	Formation marno-argileuse	3,0 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM86	A	Formation limono-argileuse	1,0 - 2,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP
PM86	B	Formation limono-argileuse	3,0 - 4,0	HCT C5-C10 + HCT C10-C40 + BTEX + HAP	stratégique	IODP

Tableau 28 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés (3/3)  
 BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019

## 2. OBSERVATIONS IN SITU

*Les fiches d'investigation de terrain sont fournies en annexe 8.  
Les photographies des sondages sont fournies en annexe 9.*

Il est à noter la présence de nombreuses dalles de béton/enrobé de 0,10 à 1,80 m d'épaisseur (PM59), sur la majorité des sondages hormis les sondages PM2, PM23, PM25, PM26, PM53, PM56, PM67 à PM70, PM77 à PM85.

Les terrains mis à jour au cours des sondages à la pelle mécanique correspondent à :

- Des remblais hétérogènes (sablo-graveleux, sablo-limoneux, limono-argileux...) de couleur marron à roux. Ces derniers contiennent environ 10 à 30% de fraction graveleuse de taille centimétrique à décimétrique de calcaire, silex, briques et quelques morceaux de verre. Cette formation est sous-jacente à la dalle béton sur des épaisseurs comprises entre 0,5 et 3,6 m ;
- Une formation sablo-argileuse à limono-argileuse contenant entre 5 et 20 % de fraction graveleuse de taille millimétrique à centimétrique de calcaire et silex. Cette formation de couleur marron clair à ocre a été rencontrée sur des épaisseurs comprises entre 0,4 et 3,9 m ;
- Une formation marno-calcaire de couleur beige / blanchâtre. Cette formation contient plus de 30% de fraction graveleuse de calcaire de taille centimétrique à décimétrique. Cette formation a été retrouvée sur de nombreux sondages, sur des épaisseurs comprises entre 0,30 et 2,20 m. À noter que la base de cette formation n'a pas été recoupée.

Les terres ont été soumises sur chantier à une analyse par P.I.D (Photo Ionisateur Detector). Les résultats sont fournis sur les fiches d'investigation de terrain.

L'utilisation du PID a confirmé la présence de composés volatils dans les sols.

Des indices organoleptiques ont été observés. Ils sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

Sondage	Type d'indice organoleptique
PM6, PM10, PM21, PM35, PM36, PM42, PM83 à PM85	Terres de couleur noire sans odeur particulière.
PM7, PM11, PM16, PM34, PM40	Odeurs d'hydrocarbures et/ou de solvants.
PM8, PM9, PM10, PM11, PM12, PM16, PM29 à PM34, PM38, PM43 à PM45, PM47, PM49 à PM51, PM59 à PM63, PM65, PM67, PM68, PM71, PM72, PM76, PM77, PM86	Terres de couleur noire avec présence d'odeurs d'hydrocarbures et/ou solvants.

Tableau 29 : Description des indices organoleptiques observés

Des arrivées d'eau ont été observées au droit des sondages PM11, PM38, PM45 et PM77.

Les sondages PM11 et PM45 semblent recouper de petites résurgences de la nappe aux alentours de 8,5 m NGF. Le sondage PM77 capte les eaux de la nappe aux alentours de 1,0 m NGF.

En revanche les arrivées d'eaux observées au droit du sondage PM38 semblent correspondre à une ancienne canalisation à travers laquelle des circulations d'eau s'effectuent.

Sur les figures suivantes, les altimétries relatives sont données à titre indicatif, les points de sondage n'ayant pas fait l'objet de relevé par un géomètre.

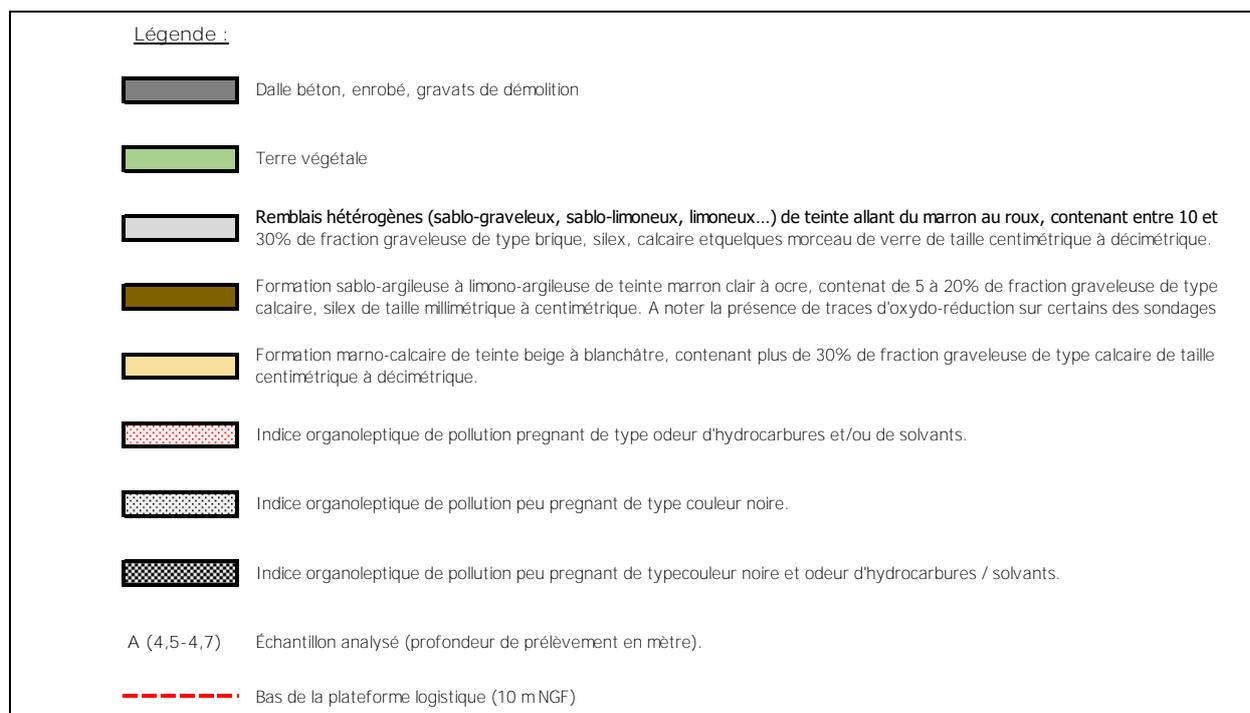


Figure 44 : Légende des coupes lithologiques des sondages ci-dessous  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019

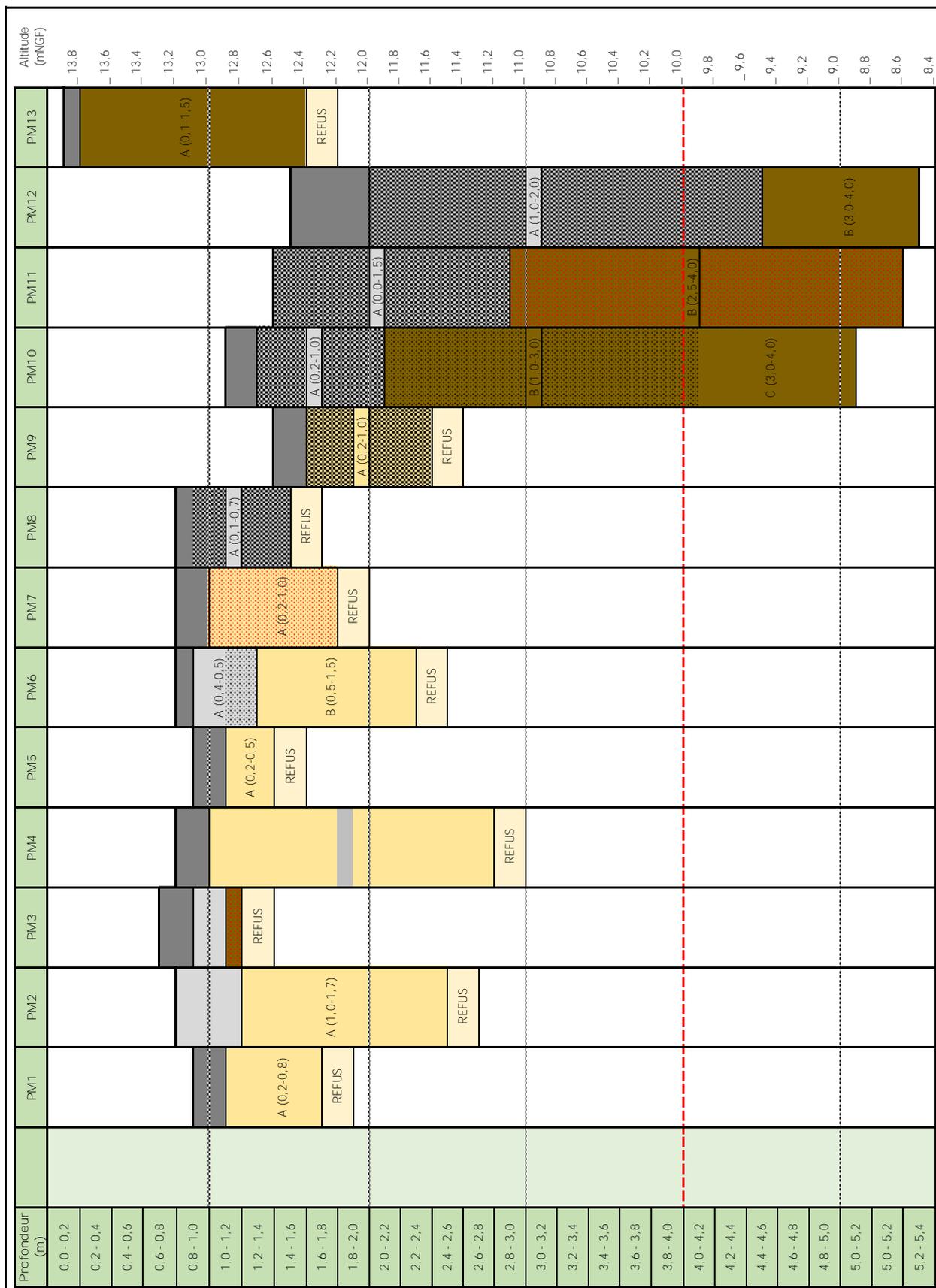


Figure 45 : Coupes lithologiques des sondages (1/7)  
 BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



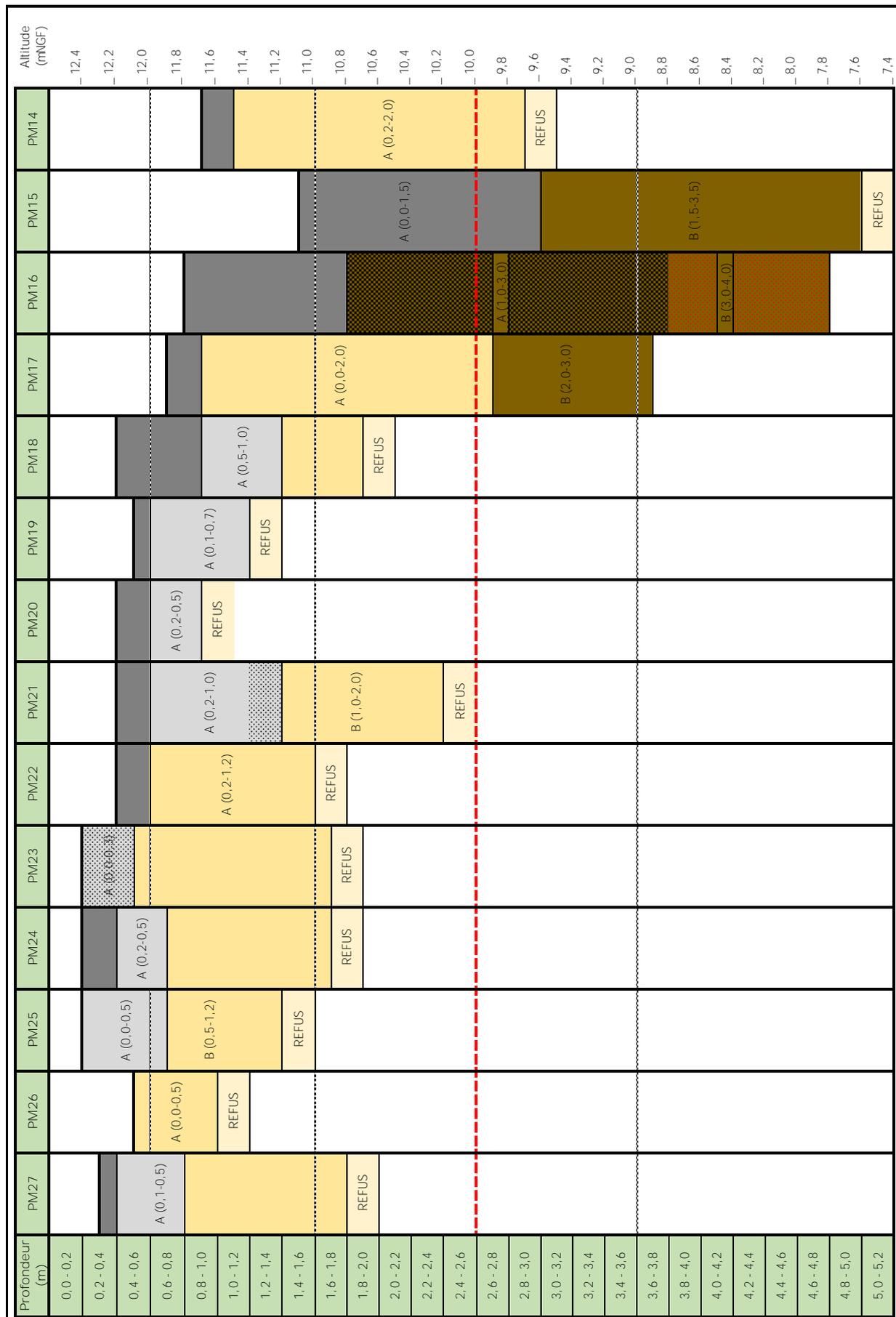


Figure 46 : Coupes lithologiques des sondages (2/7)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



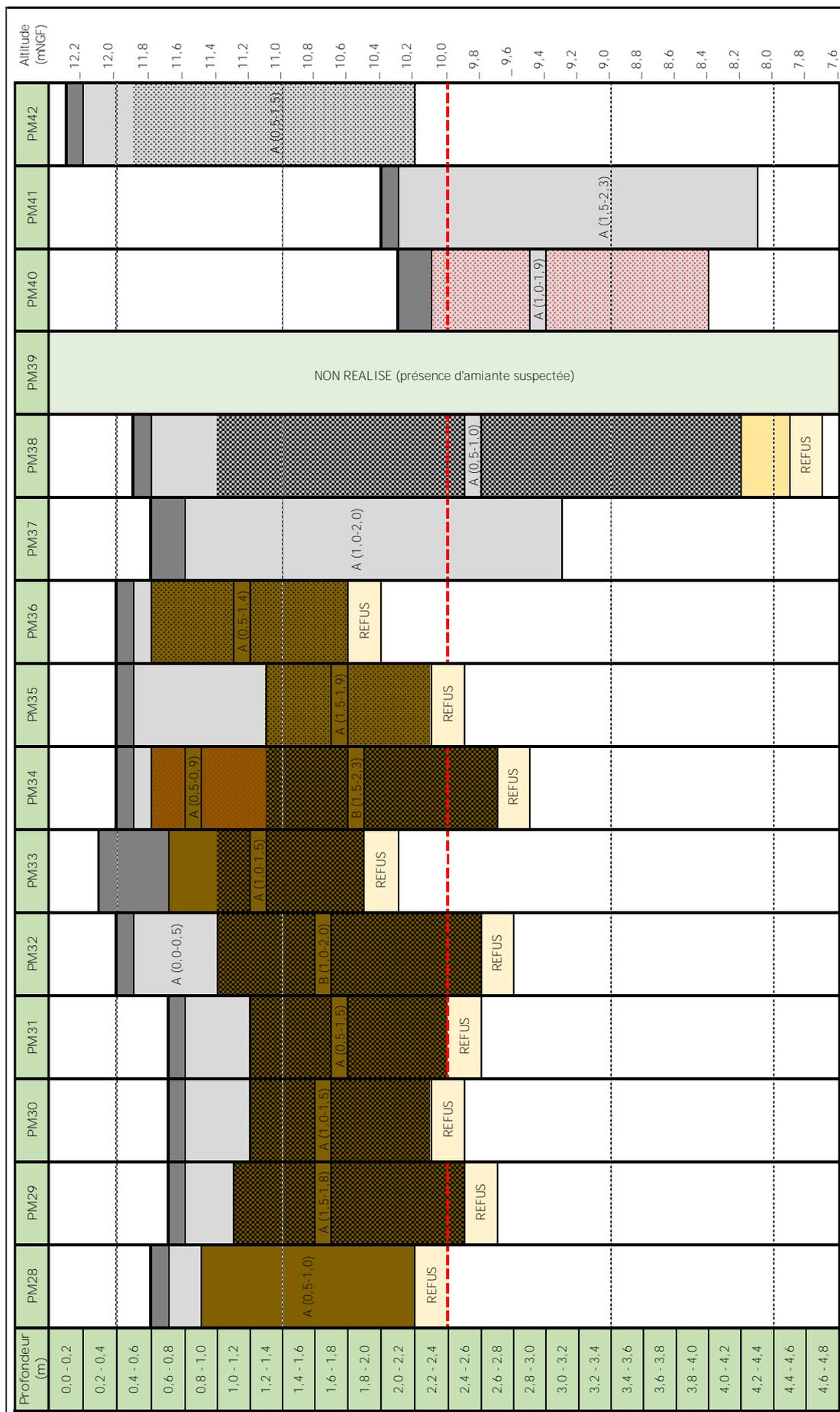


Figure 47 : Coupes lithologiques des sondages (3/7)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



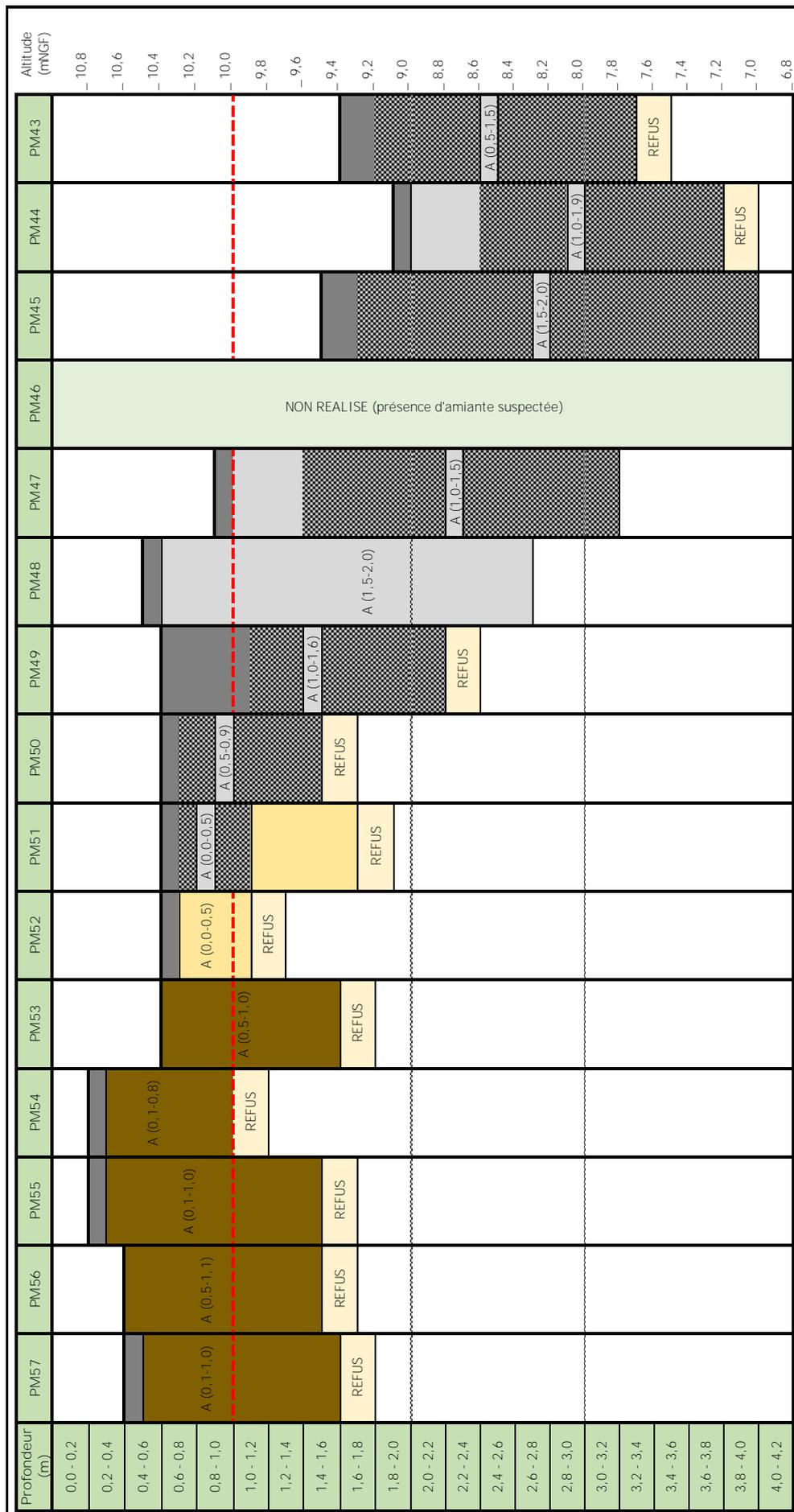


Figure 48 : Coupes lithologiques des sondages (4/7)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019



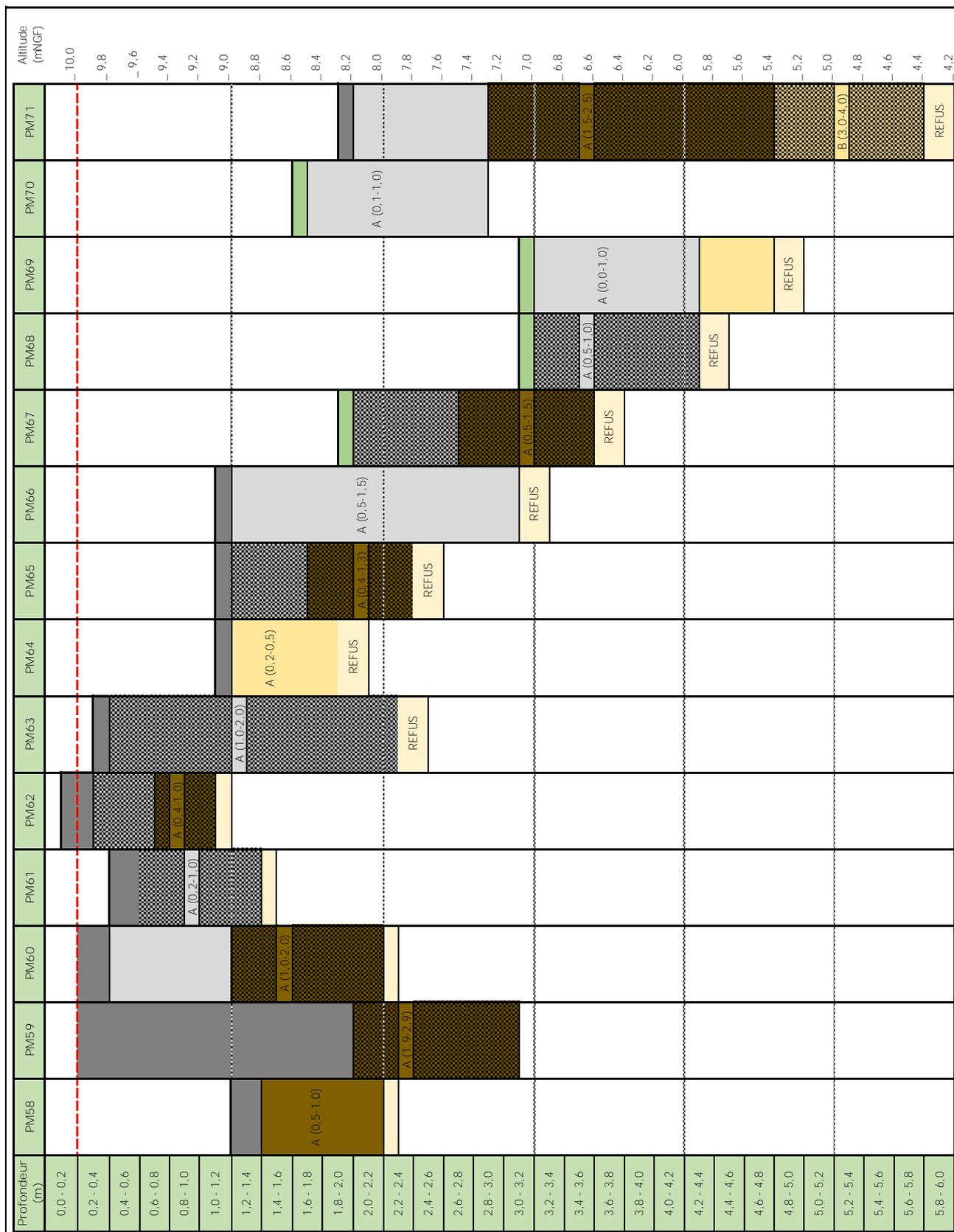


Figure 49 : Coupes lithologiques des sondages (5/7)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



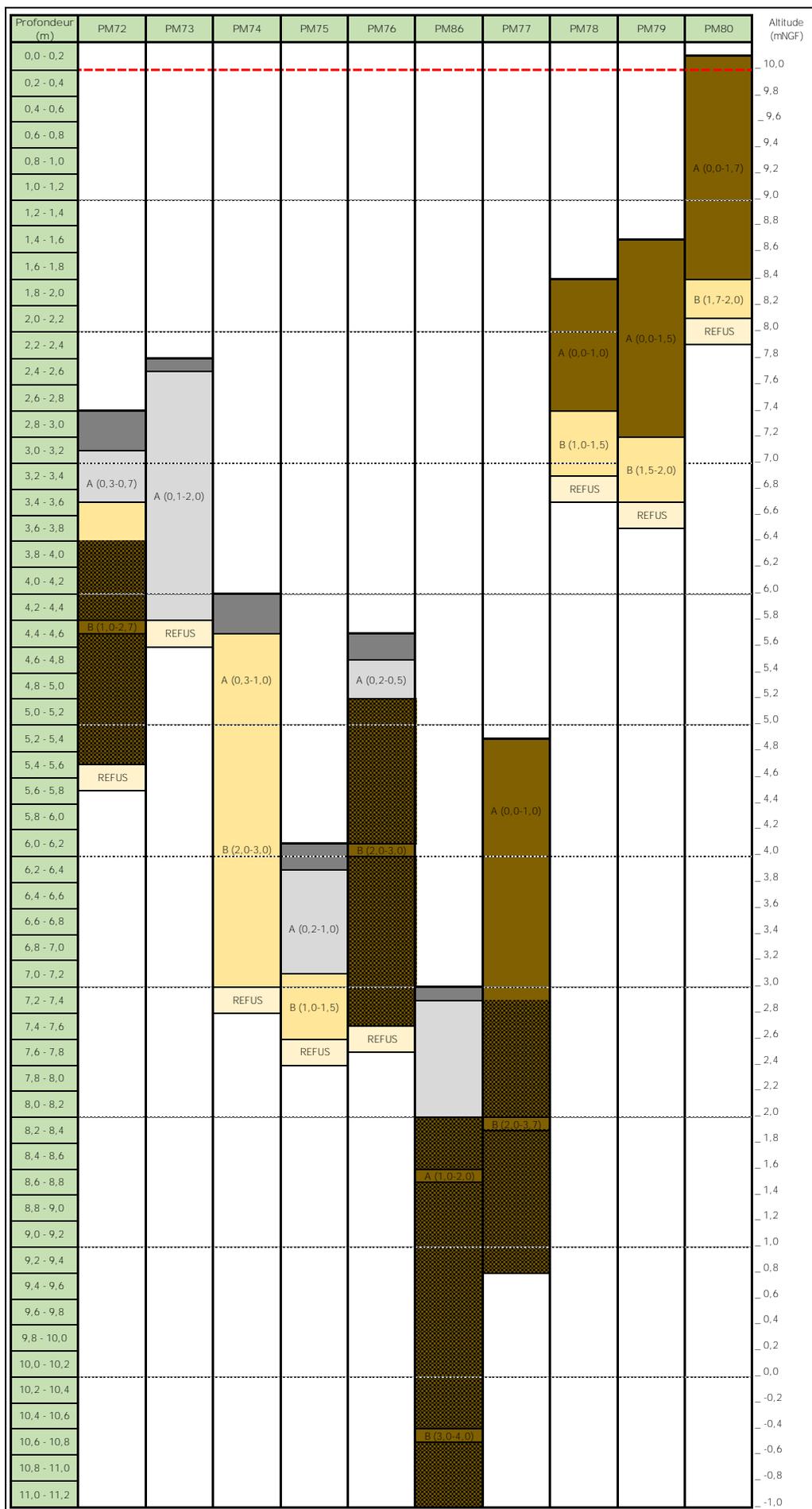


Figure 50 : Coupes lithologiques des sondages (6/7)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



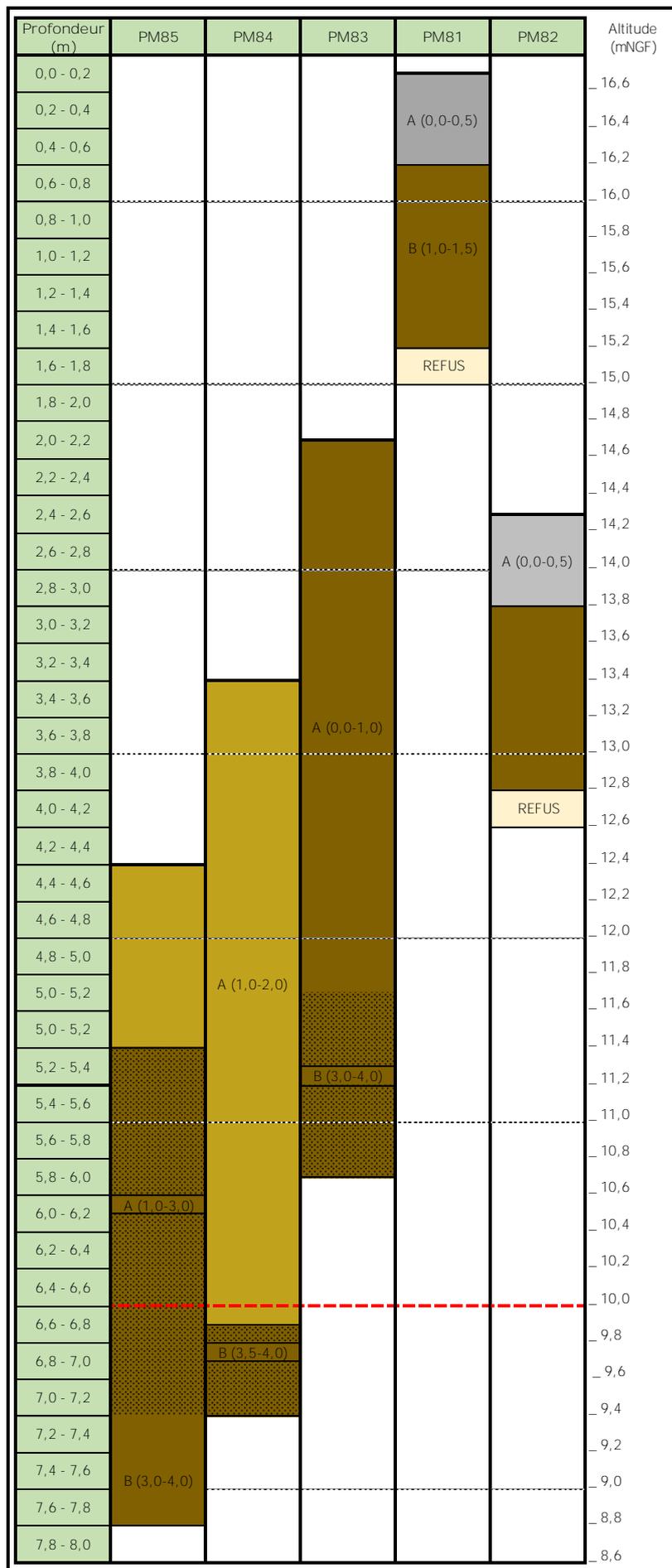


Figure 51 : Coupes lithologiques des sondages (7/7)  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019



---

### 3. LIMITES DE LA MÉTHODE

Les sondages ponctuels ne peuvent offrir une vision **continue de l'état** des terrains du site. Leur implantation et leur densité permettent **d'avoir** une vision représentative du sous-sol sans **que l'on** puisse exclure, entre deux sondages, **l'existence d'une anomalie d'extension** limitée qui aurait échappé aux mailles de nos investigations et dont **l'incidence** financière et/ou sanitaire **peut s'avérer** importante.

La réalisation des sondages à la pelle mécanique permet **d'avoir** une bonne visualisation des différents faciès. Elle entraîne un fort remaniement de la structure des terrains, ce qui peut favoriser la volatilisation des substances légères. De plus des risques de contaminations croisées sont possibles du fait de **l'effondrement** des parois et de **l'impossibilité** de nettoyer le godet.

---

### 4. OBJECTIFS QUALITÉ

Les objectifs **d'assurance** qualité ont été obtenus en employant du personnel qualifié et en utilisant les protocoles définis d'usage et en vigueur pour la conduite des sondages, le prélèvement des échantillons **et l'établissement** du plan de sondage.

## 5. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES ÉCHANTILLONS DE SOLS

### 5.1. Les valeurs sur sols bruts

Les résultats des analyses chimiques réalisées par le laboratoire EUROFINs ENVIRONNEMENT sont présentés dans le tableau suivant :

-  : Analyse non réalisée ou non calculée car inférieure au seuil de quantification du laboratoire.  
 : Valeur seuil non déterminée.

Les valeurs en polluants organiques obtenues sont comparées aux critères d'**acceptation** des terres en installation de stockage :

-  : Valeur inférieure au seuil de quantification en laboratoire ou sans valeur de référence pour les Installations de Stockage pour Déchets Inertes (CET III-ISDI)  
 : Valeur supérieure au seuil d'**acceptation** en Installation de Stockage pour Déchets Inertes (CET III - ISDI)  
 : Valeur supérieure au seuil d'**acceptation** en Installation de Stockage pour Déchets Non Dangereux (CET II – ISDND)  
 : Valeur supérieure au seuil d'**acceptation** en Installation de Stockage pour Déchets Dangereux (CET I- ISDD)

Les valeurs retenues pour les installations de stockage pour déchets inertes sont issues **de l'annexe II de l'arrêté** du 12 décembre 2014 fixant les critères à respecter pour **l'admission** de terres provenant de sites contaminés pour les stockages de déchets inertes.

Les valeurs retenues pour les installations de stockage pour déchets non dangereux<sup>5</sup> sont issues de la charte FNADE fixant les critères à respecter **pour l'admission** de terres provenant de sites contaminés pour les stockages de déchets non dangereux.

Les valeurs retenues pour les installations de stockage pour déchets dangereux<sup>6</sup> sont issues de la charte FNADE fixant les critères à respecter **pour l'admission** de terres provenant de sites contaminés pour les stockages de déchets dangereux.

Concernant les éléments traces métalliques, les valeurs ont été mises en relation avec les teneurs issues de l'ASPITET (Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces), base de données créée par l'INRA/ADEME et donnant des teneurs naturelles en éléments traces métalliques pour des sols agricoles ordinaires en région Ile-de-France. Lorsque les résultats analytiques dépassent les gammes de valeurs proposées par l'INRA/ADEME, celles-ci sont notées en gras. Ces valeurs traduisent un impact anthropique mais ne sont pas des valeurs indiquant des niveaux de pollution.

Le BRGM propose des valeurs pour les éléments traces métalliques regroupées dans une base de données AIGRETTE, à partir desquelles il est pertinent de réaliser un calcul de risque. Les valeurs supérieures aux critères du BRGM sont surlignées en vert.

Les valeurs obtenues ont également été moyennées<sup>7</sup> (approche statistique).

À noter que :

- Pour un même composé, les limites de quantification (LQ) du laboratoire peuvent varier en fonction de la quantité de matière sèche de **l'échantillon** ;
- La quantification des différentes tranches d'hydrocarbures totaux C10-C40 (HCT C10-C40) est réalisée par le laboratoire seulement si la concentration pour la somme des HCT C10-C40 est supérieure à la LQ du laboratoire (20 mg/kg de MS). Il est ainsi possible d'obtenir des valeurs, pour une tranche d'hydrocarbures donnée, inférieures à la LQ usuellement fournie par le laboratoire (2 ou 4,00 mg/kg de MS).

<sup>5</sup> Chaque installation de stockage appliquant ses propres critères d'admissibilité, ces valeurs ne sont données **qu'à titre** indicatif.

<sup>6</sup> Chaque installation de stockage appliquant ses propres critères d'admissibilité, ces valeurs ne sont données **qu'à titre** indicatif.

<sup>7</sup> Lorsque la teneur mesurée est inférieure au seuil de détection en laboratoire, nous avons considéré que la teneur était égale au seuil de détection (ex : teneur mesurée en arsenic : <10 mg/kg de MS, concentration retenue dans le calcul de moyenne : 10 mg/kg.)



BERRE-L'ETANG - Cabot	Unité	Valeurs d'acceptation ISDI - déchets inertes	Valeurs d'acceptation ISDND - déchets non dangereux	Valeurs d'acceptation ISDD - déchets dangereux	AIGRETTE (Données BRGM pour sols en SAN ouest Provence)	ASPITET (Données INRA/ADEME pour sols ordinaires en France)
Altitude de prélèvement haute	mNGF					
Altitude de prélèvement basse	mNGF					
Lithologie						
Indices Organoleptiques de pollution						
Valeur PID	ppm					
<b>Caractérisation</b>						
<b>Éléments traces métalliques</b>						
Arsenic (As)	mg/kg ms				8	1,0 à 25,0
Cadmium (Cd)	mg/kg ms				0,31	0,05 à 0,45
Chrome (Cr)	mg/kg ms				27	10 à 90
Cuivre (Cu)	mg/kg ms				25	2 à 20
Mercurure (Hg)	mg/kg ms					0,02 à 0,10
Nickel (Ni)	mg/kg ms				21	2 à 60
Plomb (Pb)	mg/kg ms				30	9 à 50
Zinc (Zn)	mg/kg ms				58	10 à 100
<b>Hydrocarbures Mono-Aromatiques Volatils</b>						
Benzène	mg/kg ms		6	30		
Toluène	mg/kg ms					
Ethylbenzène	mg/kg ms					
m,p-Xylène	mg/kg ms					
o-Xylène	mg/kg ms					
Xylènes (total)	mg/kg ms					
Aromates somme (BTEX)	mg/kg ms	6	30			
<b>Hydrocarbures C5-C10</b>						
HCT (GC) C5-C8	mg/kg ms					
HCT (GC) C8-C10	mg/kg ms					
HCT C5-C10 (somme)	mg/kg ms					
<b>Hydrocarbures C10-C40</b>						
HCT (GC) C10-C16	mg/kg ms					
HCT (GC) C16-C22	mg/kg ms					
HCT (GC) C22-C30	mg/kg ms					
HCT (GC) C30-C40	mg/kg ms					
HCT (GC) (Somme)	mg/kg ms	500	2 000	10 000		
<b>Fractionnement des hydrocarbures totaux</b>						
C10 - C12 inclus	%/%					
> C12 - C16 inclus	%/%					
> C16 - C20 inclus	%/%					
> C20 - C24 inclus	%/%					
> C24 - C28 inclus	%/%					
> C28 - C32 inclus	%/%					
> C32 - C36 inclus	%/%					
> C36 - C40 inclus	%/%					
<b>Fractionnement des hydrocarbures totaux</b>						
C10 - C12 inclus	mg/kg ms					
> C12 - C16 inclus	mg/kg ms					
> C16 - C20 inclus	mg/kg ms					
> C20 - C24 inclus	mg/kg ms					
> C24 - C28 inclus	mg/kg ms					
> C28 - C32 inclus	mg/kg ms					
> C32 - C36 inclus	mg/kg ms					
> C36 - C40 inclus	mg/kg ms					
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>						
Naphtalène	mg/kg ms		20			
Acénaphylène	mg/kg ms					
Acénaphène	mg/kg ms					
Fluorène	mg/kg ms					
Phénanthrène	mg/kg ms					
Anthracène	mg/kg ms					
Fluoranthène	mg/kg ms					
Pyrène	mg/kg ms					
Benzo(a)anthracène	mg/kg ms					
Chrysène	mg/kg ms					
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg ms					
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg ms					
Benzo(a)pyrène	mg/kg ms		5			
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg ms					
Benzo(ghi)perylene	mg/kg ms					
Indeno(123cd)pyrène	mg/kg ms					
HAP 16 EPA (somme)	mg/kg ms	50	100	500		

Tableau 30 : Valeurs de référence pour les analyses sur brut  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019



Les valeurs sont comparées pour les éléments traces métalliques aux seuils fixés dans les bases de données INRA et du BRGM. Pour les polluants organiques, les valeurs sont comparées aux seuils **d'admissibilité** en centre **d'installation** de stockage de déchets.

L'enjeu sanitaire est susceptible **d'exister** pour les éléments traces métalliques **dès lors qu'une** valeur dépasse les seuils de référence du BRGM et de l'INRA. Un calcul de risque est alors nécessaire pour étudier la compatibilité des polluants avec **l'usage** envisagé ou actuel.

Le dépassement des valeurs de référence en éléments traces métalliques peut avoir une implication sur la filière susceptible **d'accepter** les terres.

L'enjeu sanitaire pour les polluants organiques **n'est** quantifiable **qu'à l'issue d'un** calcul de risque. Néanmoins en première approche, si les valeurs sont inférieures aux valeurs seuils de l'Arrêté du 12 décembre 2014, le risque sanitaire est considéré comme peu probable.

Le dépassement des valeurs de l'Arrêté du 12 décembre 2014 ou des valeurs données par la charte FNADE pour les polluants organiques détermine la filière susceptible **d'accepter** les terres en cas **d'élimination** hors site. Le calcul de risque détermine la nécessité **d'évacuer** les terres en dehors du site.

Les paragraphes suivants présentent donc les résultats **d'analyses** en fonction de la profondeur de prélèvement et de localisation des sondages, à savoir :

- Les résultats **d'analyses** sur brut au niveau de **l'emplacement** du futur bâtiment ;
- Les résultats **d'analyses** sur brut au niveau des futurs espaces extérieurs.

*Le tableau des résultats d'investigations est fourni en annexe 10.*

*L'ensemble des certificats d'analyses originaux est fourni en annexe 11.*

5.2. Interprétation des résultats d'analyses sur les sols bruts –  
Emplacement du futur bâtiment

BERRE-L'ETANG - Cabot	Unité	Teneur Minimale	Teneur Maximale	Teneur Moyenne
Altitude de prélèvement haute	m NGF	Emprise de la future plateforme		
Altitude de prélèvement basse	m NGF			
Lithologie				
Indices Organoleptiques de pollution				
Valeur PID	ppm			
Caractérisation				
Matière sèche	% (m/m)	72,8	99,2	86,94
Éléments traces métalliques				
Arsenic (As)	mg/kg ms	2,47	22	8,93
Cadmium (Cd)	mg/kg ms	< 0,40	4,32	0,58
Chrome (Cr)	mg/kg ms	< 5,00	372	27,42
Cuivre (Cu)	mg/kg ms	< 5,00	148	21,54
Mercurure (Hg)	mg/kg ms	< 0,10	8,11	0,54
Nickel (Ni)	mg/kg ms	5,54	277	24,37
Plomb (Pb)	mg/kg ms	< 5,00	570	40,88
Zinc (Zn)	mg/kg ms	9,43	4960	285,14
Hydrocarbures Mono-Aromatiques Volatils				
Benzène	mg/kg ms	< 0,05	1,79	0,10
Toluène	mg/kg ms	< 0,05	6,01	0,17
Ethylbenzène	mg/kg ms	< 0,05	4,88	0,21
m,p-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	12,7	0,29
o-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	7,04	0,19
Xylènes (total)	mg/kg ms	0,06	19,74	4,36
Aromates somme (BTEX)	mg/kg ms	< 0,05	27,5	0,63
Hydrocarbures C5-C10				
HCT (GC) C5-C8	mg/kg ms	< 1,00	747	16,52
HCT (GC) C8-C10	mg/kg ms	< 1,00	1850	47,14
HCT C5-C10 (somme)	mg/kg ms	< 1,00	2600	62,78
Hydrocarbures C10-C40				
HCT (GC) C10-C16	mg/kg ms	0,26	4200	121,76
HCT (GC) C16-C22	mg/kg ms	0,76	1240	53,53
HCT (GC) C22-C30	mg/kg ms	1,71	512	43,32
HCT (GC) C30-C40	mg/kg ms	0,46	260	26,26
HCT (GC) (Somme)	mg/kg ms	< 15,0	6020	244,56
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques				
Naphtalène	mg/kg ms	< 0,05	8,8	0,26
Acénaphtylène	mg/kg ms	< 0,05	1,5	0,10
Acénaphène	mg/kg ms	< 0,05	2	0,09
Fluorène	mg/kg ms	< 0,05	1,5	0,10
Phénanthrène	mg/kg ms	< 0,05	8,8	0,37
Anthracène	mg/kg ms	< 0,05	3,2	0,14
Fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	69	1,13
Pyrène	mg/kg ms	< 0,05	71	1,11
Benzo(a)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	74	1,06
Chrysène	mg/kg ms	< 0,05	91	1,30
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	130	1,81
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	55	0,77
Benzo(a)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	90	1,26
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	14	0,24
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg ms	< 0,05	61	0,87
Indeno(123cd)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	63	0,91
HAP 16 EPA (somme)	mg/kg ms	< 0,05	730	10,94

Tableau 31: Synthèse des résultats d'analyse sur brut – emplacement du futur bâtiment  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019



Sur les 82 échantillons prélevés au **droit de l'emprise** du futur bâtiment :

➤ *Pour les huit éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn) :*

28 échantillons ont été soumis à l'analyse des éléments traces métalliques et présentent les concentrations suivantes :

- L'arsenic (As) présente des concentrations comprises entre 2,47 et 22 mg/kg de MS ;
- Le cadmium (Cd) présente des concentrations comprises entre la limite de quantification du laboratoire (< 0,40 mg/kg de MS) et 4,32 mg/kg de MS ;
- Le chrome (Cr) présente des concentrations comprises entre la limite de quantification du laboratoire (< 5,00 mg/kg de MS) et 372 mg/kg de MS ;
- Le cuivre (Cu) présente des concentrations comprises entre la limite de quantification du laboratoire (< 5,00 mg/kg de MS) et 148 mg/kg de MS ;
- Le mercure (Hg) présente des concentrations comprises entre la limite de quantification du laboratoire (< 0,10 mg/kg de MS) et 8,11 mg/kg de MS ;
- Le nickel (Ni) présente des concentrations comprises entre 5,54 et 277 mg/kg de MS ;
- Le plomb (Pb) présente des concentrations comprises entre la limite de quantification du laboratoire (< 5,00 mg/kg de MS) et 570 mg/kg de MS ;
- Le zinc (Zn) présente des concentrations comprises entre 9,43 et 4 960 mg/kg de MS.

L'arsenic, le chrome, le nickel et le plomb présentent des concentrations moyennes supérieures aux valeurs seuils définis par le BRGM pour les sols mais inférieures aux seuils définis par l'INRA.

Le Cadmium et le Zinc présentent des concentrations moyennes supérieures aux seuils définis par le BRGM et l'INRA.

Le Cuivre et le Mercure présentent quant à eux des concentrations moyennes inférieures aux valeurs seuil définis par le BRGM mais supérieures aux valeurs définis par l'INRA.

➤ *Pour les composés organiques :*

- Pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :
  - 40 échantillons présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour la somme des HAP (< 0,05 mg/kg de MS) : PM2A ; PM4A ; PM5A ; PM6B à PM9A ; PM10B ; PM10C ; PM12B ; PM15B ; PM16A et B ; PM19A ; PM21B ; PM22A ; PM24A ; PM25A ; PM26A ; PM28A à PM30A ; PM32 A et B ; PM34A à PM36A ; PM42A ; PM43A ; PM49A ; PM54A à PM56A ; PM59A ; PM60A ; PM62A ; PM64A ; PM66A et PM68A ;
  - 41 échantillons présentent des concentrations à l'état de traces ou modérées comprises entre 0,055 et 35 mg/kg de MS. Ces concentrations sont inférieures aux seuils d'acceptation en Installation de stockage de Déchets Inertes (50 mg/kg de MS) et correspondent aux échantillons : PM1A ; PM3A ; PM6A ; PM10A ; PM11A et B ; PM12A ; PM13A à PM15A ; PM17A et B ; PM18A ; PM20A à PM21A ; PM23A ; PM25B ; PM27A ; PM31A ; PM33A ; PM37A ; PM38A ; PM41A ; PM44A à PM48A ; PM50A à PM53A ; PM57A ; PM58A PM61A ; PM63A ; PM65A ; PM67A et PM69A à PM71B ;
  - L'échantillon PM40A présente une concentration de 730 mg/kg de MS soit une valeur supérieure aux seuils d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Dangereux (500 mg/kg de MS).
- Pour les Hydrocarbures C10-C40 (HCT C10-C40) :
  - 28 échantillons présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour la somme des HCT C10-C40 (< 15,0 mg/kg de MS) : PM4A ; PM5A ; PM10B ; PM12B ; PM14A ; PM16A à PM17B ; PM22A ; PM24A ; PM25B à PM27A ; PM30A ; PM32A ; PM34A à PM36A ; PM41A ; PM52A ; PM54A à PM56A ; PM59A ; PM60A et PM66A ;
  - 47 échantillons présentent des concentrations à l'état de traces ou modérées comprises entre 15,1 et 492 mg/kg de MS. Ces concentrations sont inférieures aux seuils d'acceptation en Installation de stockage de Déchets Inertes (500 mg/kg de MS) et correspondent aux échantillons : PM1A à PM3A ; PMPM6A à PM10A ; PM10C à PM12A ; PM13A ; PM15 A et B ; PM18A à PM21B ; PM23A ; PM25A ; PM28A ; PM29A ; PM31A ; PM32B ; PM37A ; PM38A ; PM42A ; PM43A ; PM45A à PM51A ; PM53A ; PM57A ; PM58A ; PM61A ; PM62A ; PM64A ; PM65A et PM68A à PM70A ;



- 4 échantillons présentent des concentrations, comprises entre 680 et 994 mg/kg de MS, supérieures aux seuils d'acceptations en Installation de Stockage de Déchets Inertes (500 mg/kg de MS) : PM33A ; PM40A ; PM44A et PM63A ;
  - 3 échantillons présentent des concentrations comprises entre 2 340 et 6 020 mg/kg de MS soit des concentrations supérieures aux valeurs seuils d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets non dangereux (2 000 mg/kg de MS).
- Pour les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) :
    - 76 échantillons présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour la somme des BTEX (< 0,05 mg/kg de MS) : PM1A à PM10C ; PM12B à PM50A ; PM52 à PM66A ; et PM68A à PM70A ;
    - 5 échantillons présentent des **concentrations à l'état** de traces ou modérées comprises entre 0,06 et 5,92 mg/kg de MS : PM11A ; PM11B ; PM51A ; PM71A et PM71B. Ces concentrations sont inférieures aux seuils d'acceptation en Installation de stockage de Déchets Inertes (6 mg/kg de MS) ;
    - 2 échantillons (PM12A et PM67A) présentent des concentrations respectives de 9,6 et 27,5 mg/kg de MS soit des concentrations supérieures aux seuils d'acceptations en Installation de Stockage de Déchets Inertes (6mg/kg de MS).



5.3. Interprétation des résultats d'analyses sur les sols bruts – Espaces extérieurs

BERRE-L'ETANG - Cabot	Unité	Teneur Minimale	Teneur Maximale	Teneur Moyenne
Altitude de prélèvement haute	m NGF	Zone diagnostiquée et historiquement impactée		
Altitude de prélèvement basse	m NGF			
Lithologie				
Indices Organoleptiques de pollution				
Valeur PID	ppm			
Caractérisation				
Matière sèche	% (m/m)	79,1	95,2	86,29
Carbone Organique Total (par combustion)	mg/kg ms			
Éléments traces métalliques				
Arsenic (As)	mg/kg ms	8,93	9,83	9,38
Cadmium (Cd)	mg/kg ms	< 0,40	0,47	0,44
Chrome (Cr)	mg/kg ms	19,7	24,4	22,05
Cuivre (Cu)	mg/kg ms	24,1	37,6	30,85
Mercuré (Hg)	mg/kg ms	0,25	0,98	0,62
Nickel (Ni)	mg/kg ms	22,5	22,9	22,70
Plomb (Pb)	mg/kg ms	35,9	50	42,95
Zinc (Zn)	mg/kg ms	59,1	101	80,05
Hydrocarbures Mono-Aromatiques Volatils				
Benzène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05	
Toluène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05	
Ethylbenzène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05	
m,p-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05	
o-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05	
Xylènes (total)	mg/kg ms			
Aromates somme (BTEX)	mg/kg ms	< 0,0500	< 0,0500	
Hydrocarbures C5-C10				
HCT (GC) C5-C8	mg/kg ms	< 1,00	17,3	1,65
HCT (GC) C8-C10	mg/kg ms	< 1,00	171	9,84
HCT C5-C10 (somme)	mg/kg ms	< 1,00	188	10,58
Hydrocarbures C10-C40				
HCT (GC) C10-C16	mg/kg ms	1,96	1520	74,81
HCT (GC) C16-C22	mg/kg ms	0,61	532	28,10
HCT (GC) C22-C30	mg/kg ms	3,33	188	15,27
HCT (GC) C30-C40	mg/kg ms	1,01	75,6	10,72
HCT (GC) (Somme)	mg/kg ms	< 15,0	2 280	128,26
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques				
Naphtalène	mg/kg ms	< 0,05	0,6	0,08
Acénaphthylène	mg/kg ms	< 0,05	0,076	0,05
Acénaphthène	mg/kg ms	< 0,05	0,11	0,05
Fluorène	mg/kg ms	< 0,05	0,1	0,05
Phénanthrène	mg/kg ms	< 0,05	0,17	0,06
Anthracène	mg/kg ms	< 0,05	0,069	0,05
Fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	0,40	0,08
Pyrène	mg/kg ms	< 0,05	0,34	0,07
Benzo(a)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	0,12	0,05
Chrysène	mg/kg ms	< 0,05	0,18	0,06
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	0,28	0,06
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	0,095	0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	0,19	0,06
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	0,061	0,05
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg ms	< 0,05	0,13	0,05
Indeno(123cd)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	0,2	0,06
HAP 16 EPA (somme)	mg/kg ms	< 0,05	1,8	0,25

Tableau 32 : Synthèse des résultats d'analyse sur brut – espaces extérieurs  
BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019

Sur les 28 échantillons prélevés au droit des futurs espaces verts paysagers :

➤ *Pour les huit éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb et Zn) :*

Deux échantillons ont été soumis à l'analyse des éléments traces métalliques et présentent les concentrations suivantes :

- Les paramètres présentant des valeurs supérieures aux seuils du BRGM et/ou de l'INRA/ADEME :
  - L'arsenic (As) :
    - pour l'échantillon PM77A (9,83 mg/kg de MS) et PM82A (8,93 mg/kg de MS) une concentration supérieure aux valeurs seuils du BRGM (8 mg/kg de MS) mais inférieures à la borne haute de l'INRA/ADEME (25 mg/kg de MS) ;
  - Le cadmium (Cd) :
    - pour l'échantillon PM77A (<0,40 mg/kg de MS – limite de quantification du laboratoire) une concentration supérieure aux valeurs seuils du BRGM (0,31 mg/kg de MS) mais inférieures à la borne haute de l'INRA/ADEME (0,45 mg/kg de MS) ;
    - pour l'échantillon PM82A (0,47 mg/kg de MS) une concentration supérieure aux valeurs seuils du BRGM (0,31 mg/kg de MS) et à la borne haute de l'INRA/ADEME (0,45 mg/kg de MS) ;
  - Le cuivre (Cu) :
    - pour l'échantillon PM77A (24,1 mg/kg de MS) une concentration inférieure aux valeurs seuils du BRGM (25 mg/kg de MS) mais supérieure à la borne haute de l'INRA/ADEME (20 mg/kg de MS) ;
    - pour l'échantillon PM82A (37,6 mg/kg de MS) une concentration supérieure aux valeurs seuils du BRGM (25 mg/kg de MS) et à la borne haute de l'INRA/ADEME (20 mg/kg de MS) ;
  - Le mercure (Hg) :
    - pour l'échantillon PM77A (0,25 mg/kg de MS) et PM82A (0,98 mg/kg de MS) une concentration supérieure à la borne haute de l'INRA/ADEME (0,10 mg/kg de MS) ;
  - Le nickel (Ni) :
    - pour l'échantillon PM77A (22,5 mg/kg de MS) et PM82A (22,9 mg/kg de MS) une concentration supérieure aux valeurs seuils du BRGM (21 mg/kg de MS) mais inférieures à la borne haute de l'INRA/ADEME (60 mg/kg de MS) ;
  - Le plomb (Pb) :
    - pour l'échantillon PM77A (35,9 mg/kg de MS) et PM82A (50 mg/kg de MS) une concentration supérieure aux valeurs seuils du BRGM (30 mg/kg de MS) mais inférieures ou égale à la borne haute de l'INRA/ADEME (50 mg/kg de MS) ;
  - Le zinc (Zn) pour les deux échantillons analysés (59,1 et 101 mg/kg de MS) des concentrations supérieures aux valeurs seuils du BRGM (58 mg/kg de MS) et de l'INRA/ADEME (100 mg/kg de MS).

- Les paramètres présentant des valeurs inférieures aux seuils du BRGM, de l'INRA/ADEME :

- Le chrome (Cr) ;

➤ *Pour les composés organiques :*

- Pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :
  - 21 échantillons présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour la somme des HAP (< 0,05 mg/kg de MS) : PM72B ; PM73A ; PM74A et B ; PM75B ; PM76A ; PM77A ; PM78A à PM81B ; PM83B PM84 A et B ; PM85B et PM86A et B ;
  - 7 échantillons présentent des concentrations à l'état de traces comprises entre 0,057 et 1,8 mg/kg de MS. Ces concentrations sont inférieures aux seuils d'acceptation en Installation de stockage de Déchets Inertes (50 mg/kg de MS) et correspondent aux échantillons : PM72A ; PM75A ; PM76B ; PM77B ; PM82A ; PM83A et PM85A.
- Pour les Hydrocarbures C10-C40 (HCT C10-C40) :



- 16 échantillons présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour la somme des HCT C10-C40 (< 15,0 mg/kg de MS) : PM73A à PM75B ; PM78A à PM81B ; PM84A et B et PM85B ;
  - 11 échantillons présentent des concentrations à l'état de traces ou modérées comprises entre 15,7 et 377 mg/kg de MS. Ces concentrations sont inférieures aux seuils d'acceptation en Installation de stockage de Déchets Inertes (500 mg/kg de MS) et correspondent aux échantillons : PM72A et B ; PM76A ; PM77A et B ; PM82A ; PM83A et B ; PM85A et PM86A et B ;
  - L'échantillon PM76B présente une concentration de 2 280 mg/kg de MS soit une concentration supérieure aux valeurs seuils d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets non dangereux (2 000 mg/kg de MS).
- Pour les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et xylène) :
    - L'ensemble des échantillons présentent des concentrations inférieures à la limite de quantification du laboratoire pour la somme des BTEX (< 0,05 mg/kg de MS).

## 6. MÉTHODES ET INCERTITUDES DU LABORATOIRE

Les tableaux présentant les méthodes d'analyses et les incertitudes du laboratoire sont donnés en annexe 12.

Les analyses ont été confiées au laboratoire EUROFINS ENVIRONNEMENT. Ce laboratoire possède l'accréditation française COFRAC suivant la norme internationale homologuée NF EN ISO/CEI 17025 : 2005 dans le domaine Environnement/ Qualité de l'Air – qualité de l'eau – matrices solides et Lieux de travail/ Air.

Cette norme définit les exigences particulières à respecter pour effectuer des essais et/ou des étalonnages, y compris l'échantillonnage. L'accréditation certifie que le laboratoire satisfait aux exigences de la norme et aux règles d'application du COFRAC.

Ainsi, le laboratoire dispose de différentes méthodes d'analyses (normes ISO, EN et NF et méthodes interne). La méthode utilisée selon le type d'analyse est détaillée en annexe.

De plus, toute méthode analytique génère des incertitudes et d'après la norme NF EN ISO/CEI 17025 : « les laboratoires d'essais doivent [...] posséder et appliquer des procédures pour estimer l'incertitude de mesure ». Les tableaux joints en annexe présentent les méthodes d'analyses et les incertitudes du laboratoire, ainsi que les résultats obtenus associés à l'incertitude absolue de l'analyse.

Il est important de noter que certaines analyses présentent des pas d'incertitude élevés. Les résultats varient donc de manière significative du fait de ces incertitudes.

Exemple :

Arsenic mesuré à 5,73 mg/kg de MS, pas d'incertitude de 26% soit +/- 1,466 mg/kg de MS  
Donc la concentration en Arsenic serait comprise entre 4,264 et 7,196 mg/kg de MS

En conséquence, les résultats peuvent varier en fonction du pas d'incertitudes. Ceci peut avoir une incidence sur la gestion des évacuations et également sur l'évaluation des risques sanitaires.



## 7. LOCALISATION DES ANOMALIES

Les résultats obtenus lors de la campagne d'investigation ont mis en évidence :

- La présence d'éléments traces métalliques en concentrations supérieures aux valeurs seuils définis par le BRGM et l'INRA/ADEME sur l'ensemble de l'emprise du projet ;
- Des impacts significatifs en composés organiques volatils sur plusieurs sondages situés au droit de l'emprise du futur bâtiment et au droit des futurs espaces paysagers.

Les figures de localisation ci-après correspondent à l'implantation des sondages et la localisation des anomalies observées suite à la campagne d'investigation des 24, 25 et 26 avril 2019.

Seules les anomalies concernant les composés organiques ont été représentées sur les figures suivantes, le dépassement des valeurs seuils définis par le BRGM et l'INRA/ADEME concernant les éléments traces métalliques étant considérées comme présentes sur l'ensemble de la zone d'étude.

Plusieurs niveaux de pollution ont été déterminés arbitrairement :

- L'absence d'impact lorsque les concentrations sont toutes inférieures à la limite de quantification du laboratoire ;
- Les concentrations à l'état de trace correspondant à un danger négligeable ;
- Les anomalies modérées à ne pas négliger ;
- Les marquages ;
- Les impacts.

Seules les concentrations des trois derniers niveaux de pollution (modéré, marquage et impact) ont été représentées sur les figures suivantes.

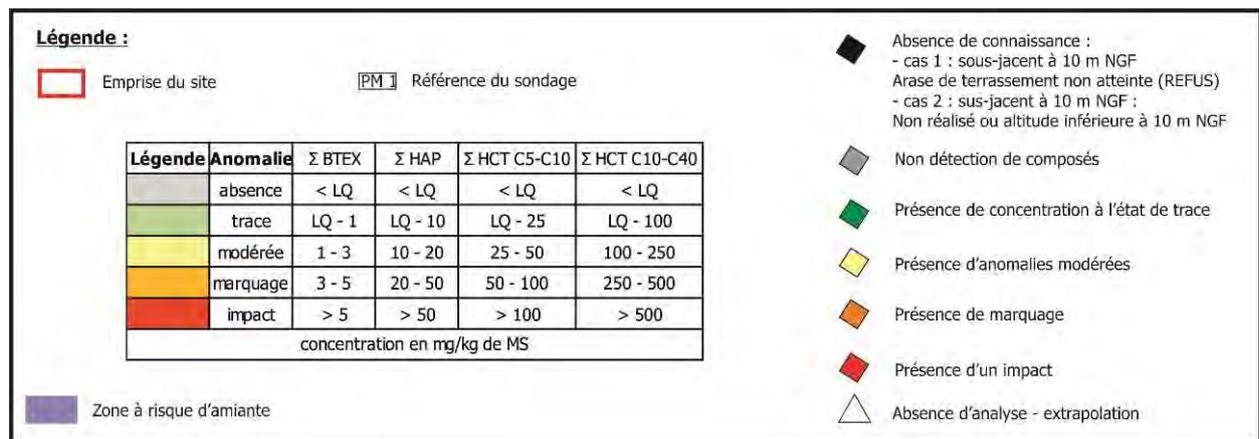


Figure 52 : Légende des figures de localisation des anomalies

CAS 1 - Les sols - sous-jacent à 10 m NGF

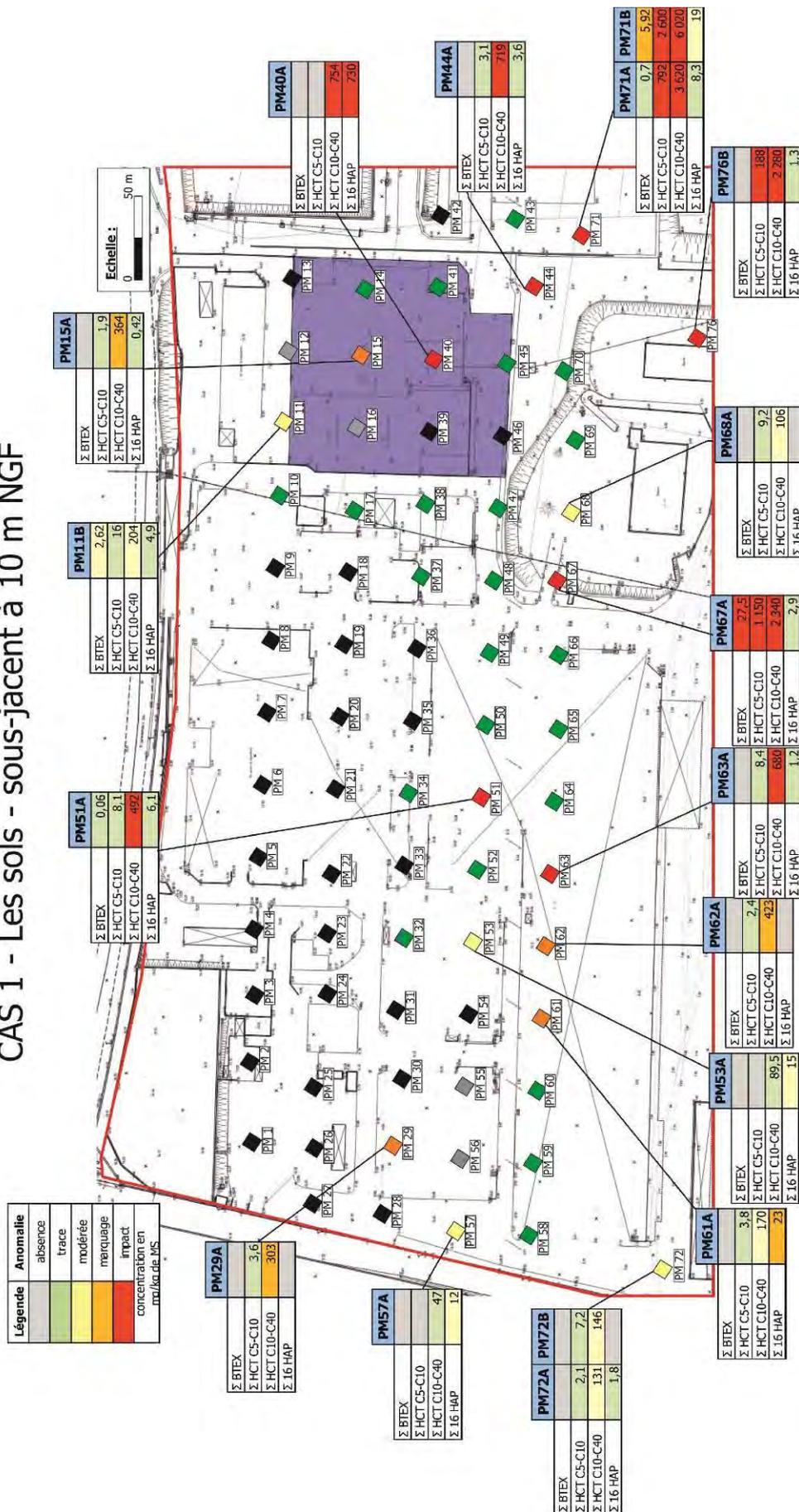


Figure 53 : Localisation des anomalies – plateforme logistique – Terres sous-jacentes à 10 m NGF  
 BERRE-L'ÉTANG- Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019  
 Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010



CAS 2 - Les sols - sus-jacent à 10 m NGF



Figure 54 : Localisation des anomalies – plateforme logistique – Terres sus-jacentes à 10 m NGF  
 BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010



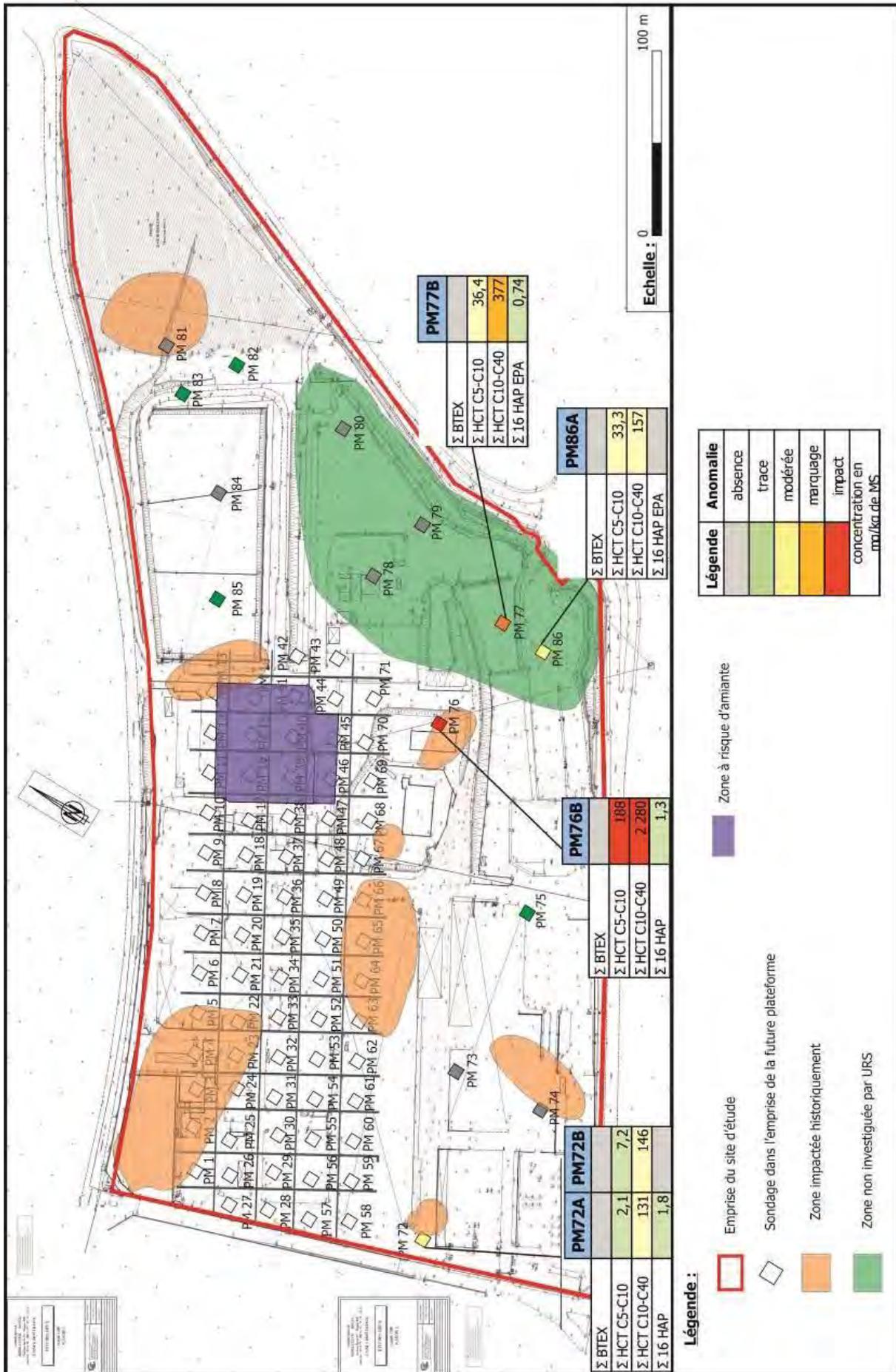


Figure 55 : Localisation des anomalies – espaces paysagers

BERRE-L'ÉTANG - Cabot – les 24, 25 et 26 avril 2019

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010



## 8. INTERPRÉTATION DES RESULTATS D'INVESTIGATIONS

Les résultats des investigations sur la matrice sol ont révélé la présence d'impacts probants dans les sols.

### Pour le mercure – ensemble du site

Les résultats d'analyses sur les sols témoignent d'impacts en mercure. À ce stade de l'étude, il n'est pas possible de conclure sur sa possible volatilité.

Celui-ci est donc susceptible de présenter un excès de risque sanitaire :

- Par inhalation au droit de la future plateforme logistique ;
- Par contact cutané, ingestion de sol, inhalation de poussière au droit des futurs espaces paysagers.

### Pour les autres éléments traces métalliques – ensemble du site

Les résultats d'analyses ont mis en évidence des anomalies en éléments traces métalliques. Il s'agit d'une pollution diffuse qui concerne la quasi-totalité du site. Ces terres devront être confinées sous voirie, dans les merlons ou sous la plateforme logistique.

En effet, ils sont susceptibles de générer des risques sanitaires par contact cutané, ingestion de sol, inhalation de poussières au droit des futurs espaces paysagers.

### Pour les composés organiques – au droit de la future plateforme logistique

Plusieurs niveaux de pollution sont identifiés :

- Les impacts significatifs (en rouge) ;
- Les marquages non négligeables : zones sur lesquelles les concentrations sont moindres mais non négligeables (en orange) ;
- Des concentrations moindres voire négligeables (jaune, vert) à l'absence de quantification de composés (gris).

Ainsi, des spots en polluants organiques volatils et/ou mercure ont été identifiés, à savoir :

- Au moins 3 spots de pollution significatifs et 3 zones à marquage non négligeable pour les terres sus-jacentes à 10 m NGF ;
- Au moins 7 spots de pollution significatifs et 4 zones à marquage non négligeable pour les terres sous-jacentes à 10 m NGF.

Légende :					
	Emprise du site		Référence du sondage		
Légende	Anomalie	Σ BTEX	Σ HAP	Σ HCT C5-C10	Σ HCT C10-C40
	absence	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
	trace	LQ - 1	LQ - 10	LQ - 25	LQ - 100
	modérée	1 - 3	10 - 20	25 - 50	100 - 250
	marquage	3 - 5	20 - 50	50 - 100	250 - 500
	impact	> 5	> 50	> 100	> 500
	absence d'information				
concentration en mg/kg de MS					

	Absence de connaissance : - cas 1 : sous-jacent à 10 m NGF Arase de terrassement non atteinte (REFUS) - cas 2 : sus-jacent à 10 m NGF : Non réalisé ou altitude inférieure à 10 m NGF
	Non détection de composés
	Présence de concentration à l'état de trace
	Présence d'anomalies modérées
	Présence de marquage
	Présence d'un impact
	Absence d'analyse - extrapolation

Figure 56 : Légende de la localisation des zones polluées

# CAS 1 - Les sols - sous-jacent à 10 m NGF



Figure 57 : Localisation des zones polluées – Terres localisées à une côte inférieure à 10 m NGF à proximité de la plateforme logistique  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010



## CAS 2 - Les sols - sus-jacent à 10 m NGF



Figure 58 : Localisation des zones polluées – Terres localisées à une cote supérieure à 10 m NGF à proximité de la plateforme logistique

Source : plan géométrique – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

Il n'est pas possible de statuer sur la dangerosité de ces sources vis-à-vis du projet à l'heure actuelle.

En l'état des connaissances, **c'est-à-dire en l'absence** de mesures des gaz de sol et de calcul de risque, les terres des mailles en rouge doivent être confinées soit sur site sous les voiries ou dans les merlons soit être évacuées hors site. Le volume de terres impactées est estimé à environ 5 660 m<sup>3</sup>.

De plus, lors des investigations, de nombreux refus ont été subis du fait de la présence de bancs de calcaires indurés (représentés en noir sur la figure ci-dessus).

À ce jour nous manquons **d'informations** sur environ 16 045 m<sup>3</sup> de terres en place au droit du futur bâtiment en considérant une arase de terrassement à 10 m NGF. Ce volume correspond aux terres non auditées - depuis la côte du refus sur chaque sondage jusqu'à 10 m NGF.

Le tableau suivant présente le récapitulatif de la gestion des terres en fonction des investigations sur la base du **projet d'une plateforme d'environ 44 000 m<sup>2</sup>** dont environ 33 800 m<sup>2</sup> pour la partie CABOT.

Zone	m <sup>3</sup> terres en place	Devenir des terres
Zone impactée	5 660	À confiner ou évacuer
Zone avec manque d'information	16 045	Susceptible d'être à confiner ou à évacuer
Zone compatible avec le projet	Environ 74 695	Sous plateforme
Total	Environ 96 400	-

Tableau 33 : Récapitulatif des volumes

#### Pour les composés organiques – en dehors de la future plateforme logistique

Les investigations réalisées en 2010 ont mis en évidence la présence de 4 spots de pollutions localisés en dehors **de l'emprise** de la future plateforme.

**Lors de l'intervention** de LETOURNEUR CONSEIL en 2019, des investigations complémentaires ont été réalisées au droit de ces zones.

Sur les 7 sondages réalisés au droit ou à proximité de ces zones historiquement impactées, il ressort que:

- Le spot de pollution situé à proximité des bassins est confirmé (sondage PM76) ;
- Un marquage est bien présent en bordure Ouest du site (sondage PM72) ;
- Les autres spots de pollution **n'ont pas été** retrouvés.

Il est important de noter que des spots d'extension limitée ont pu échapper aux investigations.

De plus, toute une zone au Sud-Est **de l'emprise** CABOT n'avait pas fait **l'objet d'investigation**. Il a été réalisé 5 sondages dans ce secteur. Il ressort des investigations que :

- Deux spots de pollution ont été découverts (sondages PM77 et PM86) avec des concentrations allant du modéré au marquage ;
- Les autres sondages ne présentent pas **d'impact** (sondages PM78, PM79 et PM80).

## 9. ANALYSE DE LA COHÉRENCE DES RÉSULTATS

Les résultats d'analyses obtenus sur les sols semblent cohérents avec les observations in-situ.

En effet, les observations in-situ ont permis de constater la présence d'indices organoleptiques de type couleur noire et des odeurs d'hydrocarbures au sein des terres. La présence d'impact en composés organiques est bien confirmée au regard des résultats d'analyses.

## X. LE SCHÉMA CONCEPTUEL POST INVESTIGATIONS SUR LES SOLS

L'élaboration du schéma conceptuel – état projeté prend en compte la collecte des études réalisées y compris les données acquises lors des investigations de terrain.

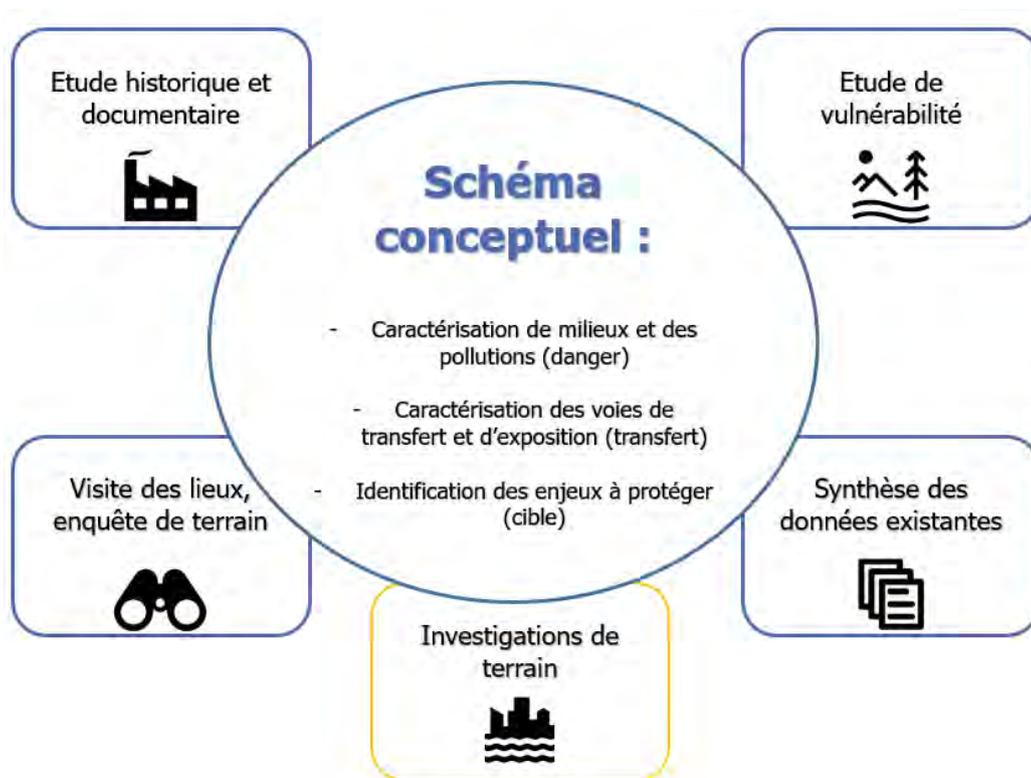


Figure 59 : Données d'entrée du Schéma conceptuel état projeté

### 1. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES SUBSTANCES RETENUES

La campagne d'investigation a consisté en la réalisation de 84 sondages à la pelle mécanique.

L'interprétation des résultats d'analyses des sols a été réalisée en fonction des données du projet, à savoir :

- L'emprise de la future plateforme pour laquelle seules les terres localisées dans cet espace sont prises en compte ;
- Les zones en dehors de l'emprise de la future plateforme pour lesquelles seules les terres localisées dans ces espaces sont prises en compte.

Les tableaux suivants synthétisent les résultats d'analyses en fonction de leur localisation pour la matrice sol.

Pour rappel, le projet prévoit le recouvrement des terres par des terres d'apport saines au droit des futurs espaces extérieurs.

Emprise de la future plateforme logistique	Unité	Teneur Minimale	Teneur Maximale	Teneur Moyenne	Présence d'anomalie	Commentaires	Anomalie retenue après interprétation
<b>Éléments traces métalliques</b>							
Arsenic (As)	mg/kg ms	2,47	22	8,93	OUI	Teneurs en ETM volatil et non volatils supérieures aux valeurs seuils. Présence de polluants (Hg) susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	NON
Cadmium (Cd)	mg/kg ms	< 0,40	4,32	0,58	OUI		
Chrome (Cr)	mg/kg ms	< 5,00	372	27,42	OUI		
Cuivre (Cu)	mg/kg ms	< 5,00	148	21,54	OUI		
Mercure (Hg)	mg/kg ms	< 0,10	8,11	0,54	OUI		OUI
Nickel (Ni)	mg/kg ms	5,54	277	24,37	OUI		NON
Plomb (Pb)	mg/kg ms	< 5,00	570	40,88	OUI		
Zinc (Zn)	mg/kg ms	9,43	4960	285,14	OUI		
<b>Hydrocarbures Mono-Aromatiques Volatils</b>							
Benzène	mg/kg ms	< 0,05	1,79	0,10	OUI	Impact Présence de polluants susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	OUI
Toluène	mg/kg ms	< 0,05	6,01	0,17			
Ethylbenzène	mg/kg ms	< 0,05	4,88	0,21			
m,p-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	12,7	0,29			
o-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	7,04	0,19			
Xylènes (total)	mg/kg ms	0,06	19,74	4,36			
Aromates somme (BTEX)	mg/kg ms	< 0,05	27,5	0,63			
<b>Hydrocarbures C5-C10</b>							
HCT (GC) C5-C8	mg/kg ms	< 1,00	747	16,52	OUI	Impact Présence de polluants susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	OUI
HCT (GC) C8-C10	mg/kg ms	< 1,00	1850	47,14			
HCT C5-C10 (somme)	mg/kg ms	< 1,00	2600	62,78			
<b>Hydrocarbures C10-C40</b>							
HCT (GC) C10-C16	mg/kg ms	0,26	4200	121,76	OUI	Impact Présence de polluants (HCT C10-C16) susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	OUI
HCT (GC) C16-C22	mg/kg ms	0,76	1240	53,53			NON
HCT (GC) C22-C30	mg/kg ms	1,71	512	43,32			
HCT (GC) C30-C40	mg/kg ms	0,46	260	26,26			
HCT (GC) (Somme)	mg/kg ms	< 15,0	6020	244,56			
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>							
Naphtalène	mg/kg ms	< 0,05	8,8	0,26	OUI	Impact Présence de polluants susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	OUI
Acénaphthylène	mg/kg ms	< 0,05	1,5	0,10			
Acénaphtène	mg/kg ms	< 0,05	2	0,09			
Fluorène	mg/kg ms	< 0,05	1,5	0,10			
Phénanthrène	mg/kg ms	< 0,05	8,8	0,37			
Anthracène	mg/kg ms	< 0,05	3,2	0,14			
Fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	69	1,13			
Pyrène	mg/kg ms	< 0,05	71	1,11			
Benzo(a)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	74	1,06			
Chrysène	mg/kg ms	< 0,05	91	1,30			
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	130	1,81			
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	55	0,77			
Benzo(a)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	90	1,26			
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	14	0,24			
Benzo(ghi)peryène	mg/kg ms	< 0,05	61	0,87			
Indeno(123cd)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	63	0,91			
HAP 16 EPA (somme)	mg/kg ms	< 0,05	730	10,94			

Tableau 34 : Interprétation des résultats d'analyses des terres localisées au droit de la future plateforme logistique

En dehors de l'emprise de la future plateforme logistique	Unité	Teneur Minimale	Teneur Maximale	Teneur Moyenne	Présence d'anomalie	Commentaires	Anomalie retenue après interprétation
<b>Éléments traces métalliques</b>							
Arsenic (As)	mg/kg ms	8,93	9,83	9,38	OUI	Teneurs en ETM volatil et non volatils supérieures aux valeurs seuils. Présence de polluants (Hg) susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	NON
Cadmium (Cd)	mg/kg ms	< 0,40	0,47	0,44	OUI		
Chrome (Cr)	mg/kg ms	19,7	24,4	22,05	OUI		
Cuivre (Cu)	mg/kg ms	24,1	37,6	30,85	OUI		
Mercure (Hg)	mg/kg ms	0,25	0,98	0,62	OUI		
Nickel (Ni)	mg/kg ms	22,5	22,9	22,70	OUI		
Plomb (Pb)	mg/kg ms	35,9	50	42,95	OUI		NON
Zinc (Zn)	mg/kg ms	59,1	101	80,05	OUI		
<b>Hydrocarbures Mono-Aromatiques Volatils</b>							
Benzène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05		NON	Composés non détectés	NON
Toluène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05				
Ethylbenzène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05				
m,p-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05				
o-Xylène	mg/kg ms	< 0,05	< 0,05				
Xylènes (total)	mg/kg ms						
Aromates somme (BTEX)	mg/kg ms	< 0,0500	< 0,0500				
<b>Hydrocarbures C5-C10</b>							
HCT (GC) C5-C8	mg/kg ms	< 1,00	17,3	1,65	OUI	Impact Présence de polluants susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	OUI
HCT (GC) C8-C10	mg/kg ms	< 1,00	171	9,84			
HCT C5-C10 (somme)	mg/kg ms	< 1,00	188	10,58			
<b>Hydrocarbures C10-C40</b>							
HCT (GC) C10-C16	mg/kg ms	1,96	1520	74,81	OUI	Impact Présence de polluants (HCT C10-C16) susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	OUI
HCT (GC) C16-C22	mg/kg ms	0,61	532	28,10			NON
HCT (GC) C22-C30	mg/kg ms	3,33	188	15,27			
HCT (GC) C30-C40	mg/kg ms	1,01	75,6	10,72			
HCT (GC) (Somme)	mg/kg ms	< 15,0	2 280	128,26			
<b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>							
Naphtalène	mg/kg ms	< 0,05	0,6	0,08	OUI	Impact Présence de polluants susceptibles de se volatiliser malgré le recouvrement	OUI
Acénaphylène	mg/kg ms	< 0,05	0,076	0,05			
Acénaphène	mg/kg ms	< 0,05	0,11	0,05			
Fluorène	mg/kg ms	< 0,05	0,1	0,05			
Phénanthrène	mg/kg ms	< 0,05	0,17	0,06			
Anthracène	mg/kg ms	< 0,05	0,069	0,05			
Fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	0,40	0,08			
Pyrène	mg/kg ms	< 0,05	0,34	0,07			
Benzo(a)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	0,12	0,05			
Chrysène	mg/kg ms	< 0,05	0,18	0,06			
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	0,28	0,06			
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg ms	< 0,05	0,095	0,05			
Benzo(a)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	0,19	0,06			
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg ms	< 0,05	0,061	0,05			
Benzo(ghi)peryène	mg/kg ms	< 0,05	0,13	0,05			
Indeno(123cd)pyrène	mg/kg ms	< 0,05	0,2	0,06			
HAP 16 EPA (somme)	mg/kg ms	< 0,05	1,8	0,25			

Tableau 35 : Interprétation des résultats d'analyses des terres localisées en dehors de la future plateforme logistique

## 2. LE SCHÉMA CONCEPTUEL POST-INVESTIGATION

SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)			
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation					
Milieu contaminé	Substances dangereuses				Usagers du site				
SOLS	CARACTERES NON VOLATILS (8 ETM, HCT, HAP, BTEX)	Contact cutané	Pénétration percutanée	Sol sans recouvrement de surface	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (recouvrement des espaces verts)			
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (canalisations faites dans les règles de l'art)			
		Contact main/bouche	Ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (recouvrement des espaces verts)			
		Mise en suspension des particules	Inhalation de poussières, ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (recouvrement des espaces verts)			
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site	Jardin potager / arbre fruitier		NON (absence de voie de transfert)			
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS (Hg, HCT, HAP, BTEX)	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art)			
		Volatilisation	Inhalation de vapeur	Air en extérieur		OUI			
				Air en intérieur		OUI			
		GAZ DU SOL	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation		Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art)
				Volatilisation		Inhalation de vapeur	Air en extérieur	à vérifier	
Air en intérieur	à vérifier								

Tableau 36 : Schéma conceptuel<sup>8</sup> - Données projet – partie 1/2  
BERRE – Cabot

<sup>8</sup> Le processus de perméation est un phénomène physique de transport des produits chimiques dans le sol, ou dissous dans l'eau du sol, à travers la paroi de la canalisation. A la sortie de la zone affectée par la perméation, l'eau est contaminée. Les risques liés à ce phénomène sont au niveau des hydrocarbures aromatiques (BTEX), des hydrocarbures halogénés (COHV) et des hydrocarbures légers (HCT C5-C10).

SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)			
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation					
Milieu contaminé	Substances dangereuses				Usagers du site				
EAUX SOUTERRAINES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Nappe d'eau à faible profondeur	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)			
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)			
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)			
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)			
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert)			
		Utilisation des eaux souterraines	Utilisation des eaux souterraines (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)			
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)			
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			a vérifier			
	EAUX SUPERFICIELLES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané			Pénétration percutanée	Bassin et résurgence des eaux souterraines à travers les piézomètres utilisées pour la surveillance des eaux souterraines	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)
			Perméation			Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
Contact main/bouche			Ingestion d'eau	NON (absence voie de transfert)					
Mise en suspension des particules			Inhalation d'eau et ingestion d'eau	NON (absence voie de transfert)					
Transfert racinaire			Ingestion de légumes/fruits produits sur site	NON (absence voie de transfert)					
Utilisation des eaux superficielles			Utilisation des superficielles (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	NON (absence voie de transfert)					
CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	NON (absence voie de transfert)					
		Volatilisation	Inhalation de vapeur	NON (absence voie de transfert)					

Tableau 37 : Schéma conceptuel - Données projet - partie 2/2  
BERRE - Cabot



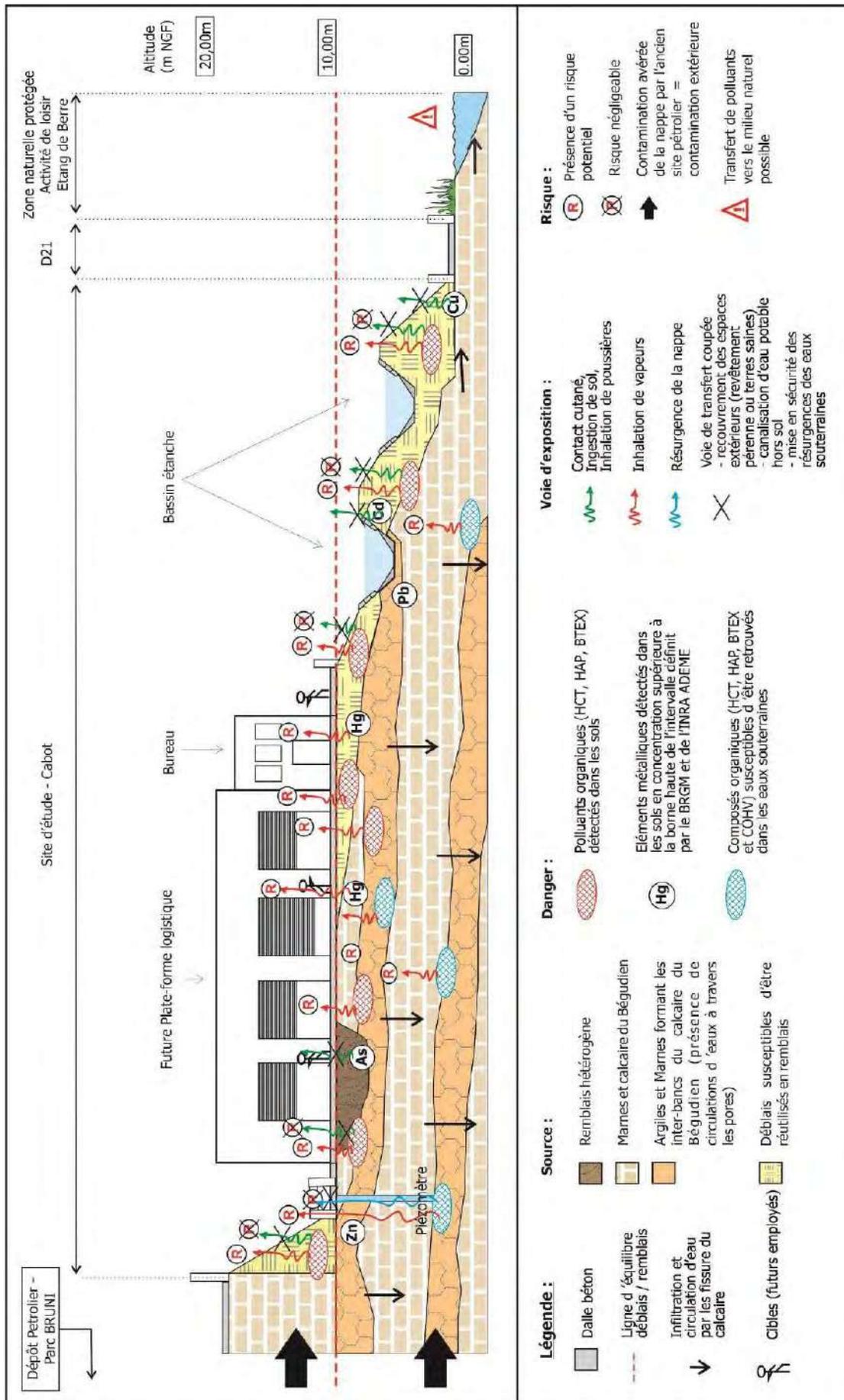


Figure 60 : Schéma conceptuel – Données projet  
 Plateforme logistique avec bureaux et espaces verts paysagers – BERRE – Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019

## DEUXIÈME PHASE

Investigation sur la matrice gaz de sol  
Investigation sur la matrice eau souterraine  
Bilan coûts / Avantages  
Analyse des enjeux sanitaires

Codification des prestations globales		Compris dans la 1 <sup>ère</sup> phase	Compris dans la 2 <sup>ème</sup> phase
INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations	X	
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats	X	
PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site		X
Codification des prestations élémentaires			
A100	Visite de site	X	
A110	Études historiques, documentaires et mémorielles	X	
A120	Étude de vulnérabilité des milieux	X	
A130	Élaboration d'un programme prévisionnel	X	X
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	X	
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines		X
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol		X
A270	Interprétation des résultats des investigations	X	X
A330	Bilan coûts/avantages		X
A320	Analyse des enjeux sanitaires		X
B130	Étude de projet de travaux		

Tableau 38 : Codification des prestations - 2ème phase

## XI. LE PROGRAMME PREVISIONNEL D'INVESTIGATION COMPLEMENTAIRE

### 1. POUR LE MILIEU EAU SOUTERRAINE (A210)

Lors des investigations de la tranche 1, il a été constaté que le réseau de surveillance des eaux souterraines est inexploitable.

Afin de respecter l'arrêté préfectoral, trois piézomètres seront installés. Un piézomètre complémentaire sera réalisé afin d'améliorer la connaissance sur l'état des eaux souterraines.

Demande	Zone à investiguer	Profondeur (m)	Nombre de piézomètre	ml
Préfecture	eau souterraine	15	3	45
GEMFI		15	1	15
en option		15	1	15
Total			5	75

Tableau 39 : Synthèse des investigations à réaliser - matrice eau souterraine

Le suivi de la qualité des eaux souterraines est assuré par la société ANTEA Group. Par conséquent, aucun prélèvement ne sera réalisé lors des investigations.

### 2. POUR LE MILIEU GAZ DE SOL (A230)

Les investigations sur les sols menées lors de la tranche 1 ont notamment mis en évidence :

- La présence de mercure (seul métal potentiellement volatil) dans les sols ;
- La présence de spots de pollutions en composés organiques dans les sols ;
- L'absence d'information sur de nombreuses mailles du fait des refus subis lors des investigations sur les sols de tranche 1.

#### 3.1. Réalisation des ouvrages

Afin d'obtenir un maximum d'informations sur la qualité des sols au-delà de l'arase de terrassement, 48 piézairs seront installés.

Milieu à investiguer	Profondeur (m)	Nombre de piézair	ml
gaz du sol	4	10	40
	3	19	57
	2	7	14
	1	12	12
Total		48	123

Tableau 40 : Synthèse des investigations à réaliser – matrice gaz de sol

#### 3.2. Prélèvement des échantillons et analyses

Deux prélèvements sont nécessaires pour chaque analyse, l'un court l'autre plus long afin de s'assurer d'obtenir des résultats exploitables. En effet, les cartouches de charbon actif agissant comme des filtres, celles-ci peuvent être saturées ou à l'inverse vierge en fonction du temps de prélèvement.

Des blancs de terrain et de transport seront également réalisés pour chaque type d'analyse afin de s'assurer de la représentativité des échantillons prélevés sur site ainsi que l'air ambiant au cours du chantier et dans le transport vers le laboratoire n'est pas impacté.

Milieu à investiguer	Nombre piézair	Composés organiques	Mercure
gaz du sol	48	96	96
Blanc de terrain et blanc de transport	Nombre de jour de prélèvement	Composés organiques	Mercure
	7	14	14
Total		110	110

Tableau 41 : Synthèse des analyses à réaliser – matrice gaz de sol

Zone à investiguer	échantillons	LONG		COURT	
		Mercure volatil	BTEX-N + TPH	Mercure volatil	BTEX-N + TPH
temps de prélèvement		53	10	10	4
quantité		48	48	48	48
temps total (mn)		2544	480	480	192
total (mn)		3696			
nb de pompe		2			
temps prélèvement (mn)		1848			
heure (/60)		30,8			

Tableau 42 : temps de prélèvement - matrice gaz de sol

### 3. PLAN D'IMPLANTATION

Le schéma suivant présente l'emplacement prévisionnel des piézomètres et des piézairs.

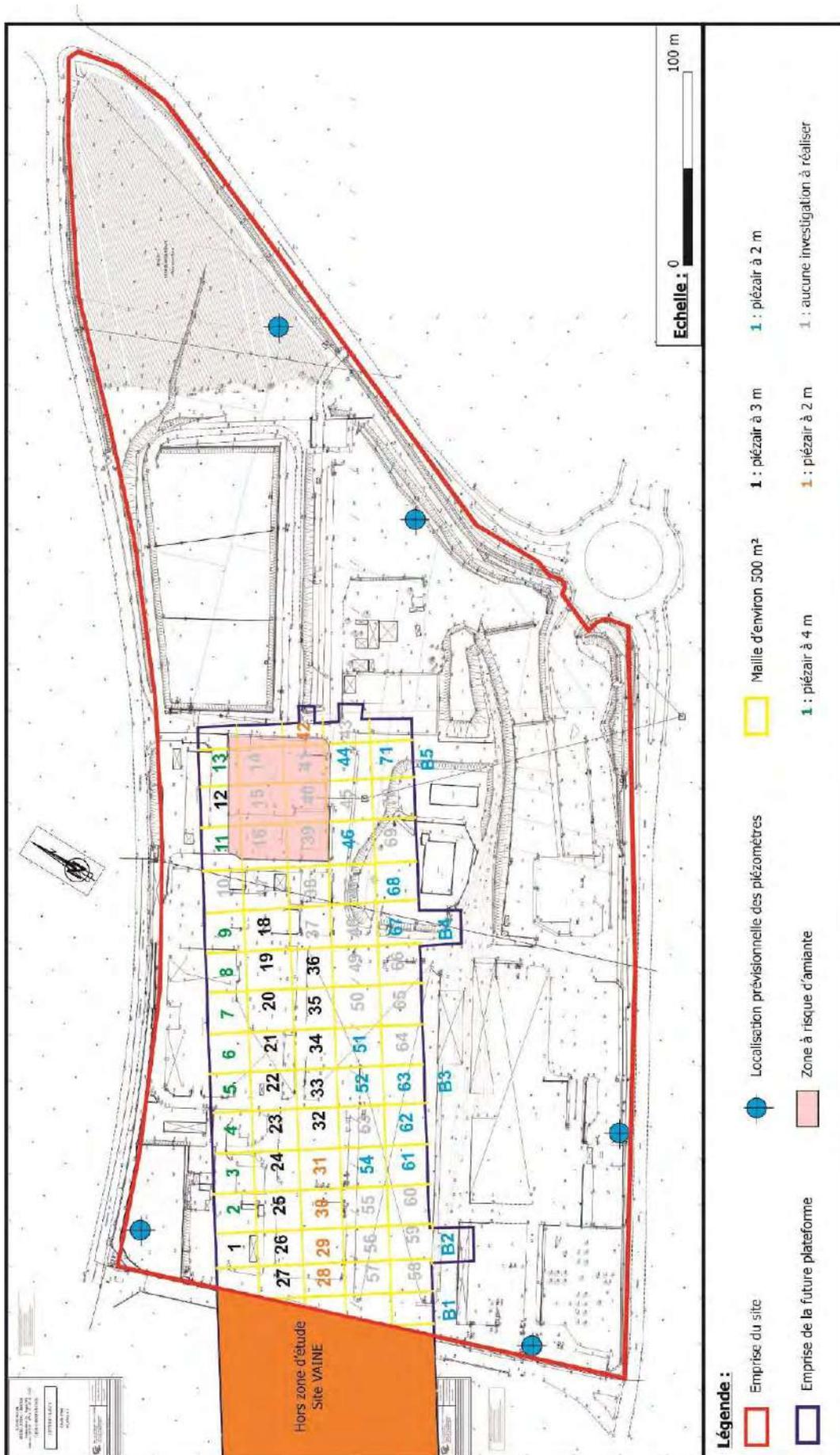


Tableau 43 : Plan d'implantation des piézomètres et des piézairs  
 Source fond : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

## XII. INVESTIGATIONS DE TERRAIN COMPLÉMENTAIRES

### 1. DESCRIPTION DES TRAVAUX RÉALISÉS

Le but de cette campagne de reconnaissance et des phases d'investigation est :

- De détecter la présence d'éventuelles concentrations en polluants volatils dans les gaz du sol afin d'évaluer la qualité environnementale du sol et du sous-sol ;
- De remettre en place le réseau de surveillance des eaux souterraines conformément à l'arrêté préfectoral du site.

Au cours de la campagne sur les eaux souterraines et des gaz de sol, réalisée les 12 et 21 juin 2019 nous avons pu :

- Mettre en place des piézomètres ;
- Mettre en place des piézaires ;
- Prélever des échantillons de gaz du sol pour évaluer leur qualité au travers d'analyses réalisées par un laboratoire extérieur certifié COFRAC et accrédité pour les analyses par le MEDDE.

Les prestations ont été exécutées selon :

- Les prescriptions de la norme NF X31-620 de décembre 2018 ;
- Les prescriptions de la norme NF X10-999 d'août 2014 ;
- Les prescriptions de la norme NF ISO 18400-204 de juillet 2017 ;
- Les recommandations du guide de « Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués » d'avril 2017, édité par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer.

En tenant compte de :

- L'arrêté du 12 décembre 2014 fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations.
- La note du 19 avril 2017 relative aux sites et sols pollués – Mise à jour des textes méthodologiques de gestion des sites et sols pollués de 2007, édité par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer.
- La circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués.

#### 1.1. Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux - Sécurité

La sécurité a été assurée sur le chantier par le respect des consignes de sécurité par LETOURNEUR CONSEIL.

Pour vérifier la présence éventuelle de réseaux souterrains autres que ceux du site, des déclarations d'intention de commencement de travaux (DICT) ont été réalisées conformément à la réglementation en vigueur auprès de tous les concessionnaires de réseaux identifiés sur le site internet DICT.fr

Face aux éventuels réseaux souterrains, une sécurisation des points de sondage a été réalisée à l'aide d'un radio détecteur CAT+.

#### 1.2. Piézomètre

Les fiches d'installations des piézomètres sont données en annexe 13.

Le programme d'investigation a été élaboré par LETOURNEUR CONSEIL.  
Les travaux ont été réalisés du 17 au 23 septembre 2019.



Quatre piézomètres ont été posés par l'entreprise ENVIRSONDE à l'aide d'une foreuse mécanique SILEA 45 C équipée d'un marteau fond de trou avec taillant de 120 mm.

	Piézomètre			
	Pz1	Pz2	Pz3	Pz4
Protection	Capot hors sol (environ 0,5 m)			
Profondeur (m/repère)	15	8	15	15
Tube PVC crépiné (m)	10,5	7	12	12
Tube PVC plein (m)	4,5	1	3	3

Tableau 44 : Caractéristiques des piézomètres

L'espace annulaire a été comblé par des graviers calibrés de silice jusqu'à environ 1,0 m au-dessus du tube crépiné, puis un bouchon d'argile bentonitique a été mis en place pour assurer l'étanchéité de l'ouvrage par rapport aux eaux de ruissellement.

Enfin, un capot hors sol a été scellé avec du béton en tête d'ouvrage au sol pour protéger l'ouvrage et permettre le prélèvement des eaux souterraines.

### 1.3. Piézair

Les fiches d'installations des piézairs sont données en annexe 14.

Le programme d'investigation a été élaboré par LETOURNEUR CONSEIL. Les travaux ont été réalisés du 17 au 26 septembre 2019.

Quarante-trois piézairs ont été posés à entre 1 et 4 m de profondeur ENVIRSONDE pour partie à l'aide d'une foreuse mécanique SILEA 45 C équipée d'un marteau fond de trou avec taillant de 120 mm et pour partie à l'aide d'une foreuse mécanique SOCOMAFOR 35R équipée de tarière de 83 mm.

	Piézair			
	1	2	3	4
Profondeur moyenne (m)	1	2	3	4
Tube PVC crépiné (m)	0,5	0,5	0,5	0,5
Tube PVC plein (m)	0,5	1,5	2,5	3,4

Tableau 45 : Caractéristiques des piézairs

L'espace annulaire a été comblé par des graviers calibrés de silice jusqu'à environ 0,5 m au-dessus du tube crépiné, puis un bouchon d'argile bentonitique a été mis en place pour assurer l'étanchéité de l'ouvrage par rapport aux eaux de ruissellement. Enfin, une bouche à clé a été scellée avec du béton en tête d'ouvrage au sol pour protéger l'ouvrage et permettre le prélèvement des gaz de sol.

### 1.4. Plan d'implantation

#### ➤ Pour les eaux souterraines

L'implantation des piézomètres a été pensée afin d'obtenir un réseau de surveillance des eaux souterraines permettant d'obtenir des données en amont et en aval hydraulique du site.

L'implantation a été actée le 17 septembre 2019 sur site avec Monsieur BELORGEY de la société GEMFI.

Un piézomètre n'a pas pu être installé du fait de l'instabilité des terrains en place (zone dépolluée puis remblayée dans le cadre des travaux de dépollution du site).



milieu à investiguer	Investigations prévisionnelles			Investigations réalisées		
	Profondeur (m)	Nombre de piézomètre	ml	Profondeur (m)	Nombre de piézomètre	ml
eau souterraine	15	5	75	15	4	60
Total		5	75		4	60

Tableau 46 : Récapitulatif des piézomètres prévisionnels et des piézomètres réalisés  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 17 au 23 septembre 2019

➤ Pour les gaz de sol

L'implantation des piézairs a été pensée afin de limiter au maximum les zones d'ombres au droit de la future plateforme et des futurs bureaux.

Cinq piézairs n'ont pas pu être installés du fait de la présence d'arrivée d'eau dans le forage dès 30 cm de profondeur.

Milieu à investiguer	Investigation prévisionnelle			Investigation réalisée		
	Profondeur (m)	Nombre de piézair	ml	Profondeur (m)	Nombre de piézair	ml
gaz du sol	4	10	40	4	8	32
	3	19	57	2,5 < x < 3	14	40,5
	2	7	14	2	5	10
	1	12	12	1	16	16
Total		48	123		43	98,5

Tableau 47 : Récapitulatif des piézairs prévisionnels et des piézomètres réalisés  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 17 au 26 septembre 2019

La figure de localisation ci-après correspond à l'implantation des sondages au regard de l'occupation actuelle du site. Cette figure est donnée à titre indicatif, les implantations n'ayant pas été relevées par un géomètre. En revanche les sondages ont été relevés au GPS, les coordonnées sont données dans les fiches d'investigations de terrain présentées en annexe.

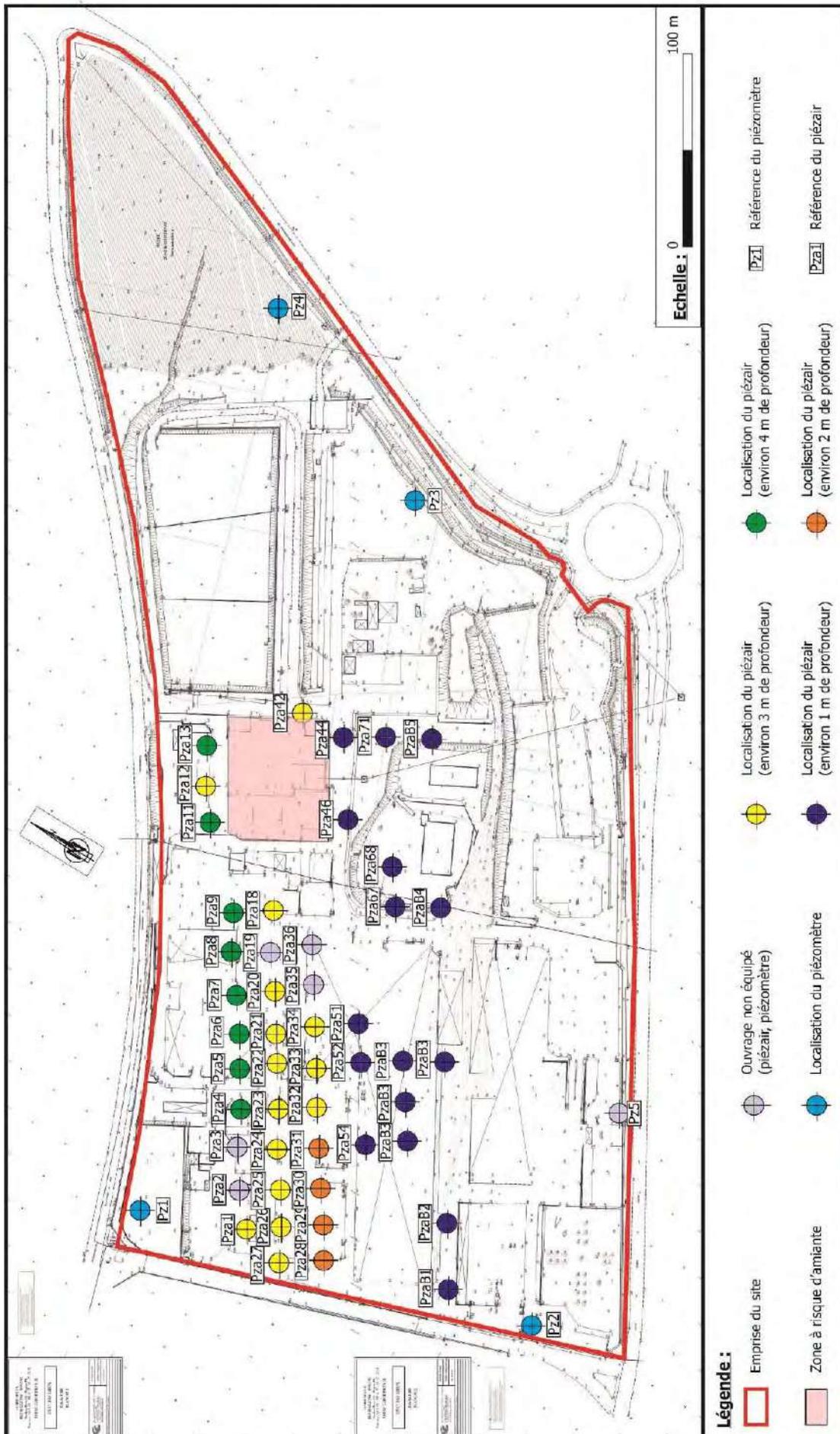


Figure 61 : Plan d'implantation des ouvrages  
 Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010  
 Page 160 sur 278



### 1.5. Plan analytique des gaz du sol

Les fiches de prélèvement des gaz du sol sont fournies en annexe 15.

Les supports de prélèvement ont été sélectionnés en fonction des paramètres recherchés. Dans le cas présent, les composés organiques ont donc été prélevés et analysés à l'aide de support de type Anasorb. Le mercure a été prélevé à l'aide de support de type Hydrar.

Deux prélèvements ont été nécessaires pour chaque analyse ou pack analytique, l'un sur une période longue et l'autre sur une durée plus courte afin de s'assurer d'obtenir des résultats exploitables. En effet, les cartouches agissent comme des filtres. Elles peuvent alors être saturées ou à l'inverse vierges en fonction du temps de prélèvement. Ainsi, les temps de prélèvements « longs » permettent d'obtenir des résultats exploitables en cas de faibles concentrations dans les sols et les temps de prélèvements « courts » permettent de ne pas saturer la cartouche en cas de concentrations importantes dans les gaz du sol.

La durée des prélèvements longs a été calculée en fonction de la limite de quantification du laboratoire pour chaque type de support et de l'objectif de qualité de l'air pour les composés recherchés. La durée retenue est suffisamment longue pour que dans le cas où le composé n'est pas quantifié, la limite de quantification calculée soit inférieure à l'objectif de qualité.

La durée du prélèvement court est 3 à 4 fois inférieure à la durée du prélèvement long.

L'ensemble des prélèvements de gaz du sol a été réalisé par la société LETOURNEUR CONSEIL entre les 01 et 04 octobre 2019, à l'aide de pompes à débit constant (réglées à 0,25 l/min) et de cartouches spécifiques aux paramètres à analyser. Avant chaque prélèvement, les piézairs ont été purgés afin de renouveler l'air contenu dans l'ouvrage. Le bouchon du piézair a été scellé hermétiquement avant le début de chaque pompage.

Les échantillons ont été expédiés, dans les 24 heures, vers un laboratoire agréé et accrédité COFRAC et ce dans une glacière adaptée au flaconnage. L'ensemble des prescriptions réglementaires de la chaîne analytique a été respecté (type de flaconnage, température de conservation, délai entre le prélèvement et l'analyse, etc.).

Un blanc de terrain ainsi qu'un blanc de transport ont été réalisés chaque jour afin de s'assurer de la représentativité des échantillons.

Les capsules Anasorb présentent une zone de mesure (ZM) et une zone de contrôle (ZC) sur la même cartouche alors que les tubes Hydrar ne présentent qu'une seule zone de mesure. Ainsi afin d'évaluer une éventuelle saturation de la cartouche, deux tubes Hydrar ont été systématiquement montés en série :

- Une cartouche correspondant à la zone de mesure (ZM) ;
- L'autre cartouche correspondant à la zone de contrôle (ZC).



Date	Type de blanc	Référence associée	Réf. Support	Type de support	Composants recherchés
01/10/2019	blanc de chantier 1	PZa17	8115503941 (ZM) / 8115503942 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de transport 1		8115608398 (ZM) / 8115608403 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de chantier 2		7966515174	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	blanc de transport 2		8110930043	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
02/10/2019	blanc de chantier 3	Pza3	8388506048 (ZM) / 8388506056 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de transport 3		8388506054 (ZM) / 8388506055 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de chantier 4		7966569123	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	blanc de transport 4		7966569116	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
03/10/2019	blanc de chantier 5	Pza35	8241507121 (ZM) / 8241507130 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de transport 5		8241507127 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de chantier 6		8110930034 (ZM) / 8241507129 (ZC)	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N
	blanc de transport 6		8110930028 (ZM)	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N
04/10/2019	blanc de chantier 7	Pza36	8241507082 (ZM) / 8241507085 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de transport 7		8241507124 (ZM) / 8241507125 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Mercure
	blanc de chantier 8		8110930032	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N
	blanc de transport 8		8110930035	Tube Anasorb 226-01	TPH C5-C16 + BTEX-N

Tableau 48 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des blancs de chantier et des blancs de transport  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

A noter que les blancs de chantier et de transport ont été présentés au laboratoire avec des références de piézaires fictives afin de ne pas influencer les résultats analytiques.

De plus, le débit a été contrôlé avant et après la mesure afin de vérifier la représentativité des débits et donc du prélèvement.

Piézair réalisé	Référence d'échantillon	Débit (l/min) début	Débit (l/min) fin	Ecart de débit (%)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Représentativité de la mesure
PZA1	Hg court	0,25	0,244	2,4	0,25	Représentatif
	Orga court	0,243	0,237	2,47	0,24	Représentatif
	Hg long	0,25	0,23	8	0,23	Représentatif
	Orga long	0,247	0,243	1,62	0,25	Représentatif
PZA4	Hg court	0,246	0,244	0,81	0,25	Représentatif
	Orga court	0,258	0,258	0	0,26	Représentatif
	Hg long	0,257	0,246	4,28	0,25	Représentatif
	Orga long	0,253	0,258	1,98	0,26	Représentatif
PZA5	Hg court	0,25	0,248	0,8	0,25	Représentatif
	Orga court	0,248	0,235	5,24	0,24	Représentatif
	Hg long	0,255	0,25	1,96	0,25	Représentatif
	Orga long	0,25	0,248	0,8	0,25	Représentatif
PZA6	Hg court	0,246	0,27	9,76	0,25	Représentatif
	Orga court	0,245	0,258	5,31	0,25	Représentatif
	Hg long	0,25	0,245	2	0,25	Représentatif
	Orga long	0,248	0,245	1,21	0,25	Représentatif
PZA7	Hg court	0,244	0,241	1,23	0,24	Représentatif
	Orga court	0,248	0,25	0,81	0,25	Représentatif
	Hg long	0,251	0,244	2,79	0,25	Représentatif
	Orga long	0,251	0,248	1,2	0,25	Représentatif
PZA8	Hg court	0,254	0,251	1,18	0,25	Représentatif
	Orga court	0,256	0,255	0,39	0,26	Représentatif
	Hg long	0,247	0,254	2,83	0,25	Représentatif
	Orga long	0,253	0,256	1,19	0,25	Représentatif
PZA9	Hg court	0,251	0,26	3,59	0,26	Représentatif
	Orga court	0,255	0,259	1,57	0,26	Représentatif
	Hg long	0,26	0,259	0,38	0,26	Représentatif
	Orga long	0,254	0,255	0,39	0,25	Représentatif
PZA11	Hg court	0,25	0,249	0,4	0,25	Représentatif
	Orga court	0,249	0,247	0,8	0,25	Représentatif
	Hg long	0,252	0,25	0,79	0,25	Représentatif
	Orga long	0,247	0,24	2,83	0,24	Représentatif
PZA12	Hg court	0,245	0,25	2,04	0,25	Représentatif
	Orga court	0,256	0,257	0,39	0,26	Représentatif
	Hg long	0,25	0,257	2,8	0,25	Représentatif
	Orga long	0,246	0,238	3,25	0,24	Représentatif
PZA13	Hg court	0,254	0,26	2,36	0,26	Représentatif
	Orga court	0,253	0,245	3,16	0,25	Représentatif
	Hg long	0,26	0,262	0,77	0,26	Représentatif
	Orga long	0,256	0,261	1,95	0,26	Représentatif
PZA18	Hg court	0,245	0,243	0,82	0,24	Représentatif
	Orga court	0,257	0,259	0,78	0,26	Représentatif
	Hg long	0,248	0,245	1,21	0,25	Représentatif
	Orga long	0,254	0,257	1,18	0,26	Représentatif
PZA20	Hg court	0,256	0,251	1,95	0,25	Représentatif
	Orga court	0,255	0,254	0,39	0,25	Représentatif
	Hg long	0,254	0,256	0,79	0,26	Représentatif
	Orga long	0,252	0,255	1,19	0,25	Représentatif
PZA21	Hg court	0,239	0,251	5,02	0,24	Représentatif
	Orga court	0,245	0,236	3,67	0,24	Représentatif
	Hg long	0,257	0,239	7	0,24	Représentatif
	Orga long	0,251	0,245	2,39	0,25	Représentatif
PZA22	Hg court	0,253	0,235	7,11	0,24	Représentatif
	Orga court	0,255	0,241	5,49	0,24	Représentatif
	Hg long	0,251	0,253	0,8	0,25	Représentatif
	Orga long	0,241	0,24	0,41	0,24	Représentatif
PZA23	Hg court	0,248	0,254	2,42	0,25	Représentatif
	Orga court	0,25	0,251	0,4	0,25	Représentatif
	Hg long	0,248	0,243	2,02	0,25	Représentatif
	Orga long	0,253	0,25	1,19	0,25	Représentatif

Tableau 49 : Représentativité des débits de prélèvements de gaz de sol – partie 1/3  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Piézair réalisé	Référence d'échantillon	Débit (l/min) début	Débit (l/min) fin	Ecart de débit (%)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Représentativité de la mesure
PZA24	Hg court	0,25	0,248	0,8	0,25	Représentatif
	Orga court	0,248	0,249	0,4	0,25	Représentatif
	Hg long	0,246	0,24	2,44	0,24	Représentatif
	Orga long	0,249	0,248	0,4	0,25	Représentatif
PZA25	Hg court	0,245	0,244	0,41	0,24	Représentatif
	Orga court	0,252	0,252	0	0,25	Représentatif
	Hg long	0,247	0,245	0,81	0,25	Représentatif
	Orga long	0,252	0,25	0,79	0,25	Représentatif
PZA26	Hg court	0,248	0,25	0,81	0,25	Représentatif
	Orga court	0,258	0,263	1,94	0,26	Représentatif
	Hg long	0,25	0,238	4,8	0,24	Représentatif
	Orga long	0,254	0,258	1,57	0,26	Représentatif
PZA27	Hg court	0,24	0,235	2,08	0,24	Représentatif
	Orga court	0,251	0,259	3,19	0,26	Représentatif
	Hg long	0,25	0,24	4	0,25	Représentatif
	Orga long	0,255	0,269	5,49	0,26	Représentatif
PZA28	Hg court	0,25	0,249	0,4	0,25	Représentatif
	Orga court	0,247	0,248	0,4	0,25	Représentatif
	Hg long	0,247	0,25	0,4	0,25	Représentatif
	Orga long	0,249	0,247	0,8	0,25	Représentatif
PZA29	Hg court	0,251	0,252	0,4	0,25	Représentatif
	Orga court	0,254	0,244	3,94	0,25	Représentatif
	Hg long	0,252	0,245	2,78	0,25	Représentatif
	Orga long	0,255	0,253	0,78	0,25	Représentatif
PZA30	Hg court	0,248	0,246	0,81	0,25	Représentatif
	Orga court	0,254	0,256	0,79	0,26	Représentatif
	Hg long	0,25	0,248	0,8	0,25	Représentatif
	Orga long	0,25	0,254	1,6	0,25	Représentatif
PZA31	Hg court	0,256	0,254	0,78	0,26	Représentatif
	Orga court	0,246	0,244	0,81	0,25	Représentatif
	Hg long	0,254	0,256	0,79	0,26	Représentatif
	Orga long	0,25	0,246	1,6	0,25	Représentatif
PZA32	Hg court	0,252	0,245	2,78	0,25	Représentatif
	Orga court	0,26	0,256	1,54	0,26	Représentatif
	Hg long	0,245	0,246	0,41	0,25	Représentatif
	Orga long	0,252	0,26	3,17	0,26	Représentatif
PZA33	Hg court	0,254	0,25	1,57	0,25	Représentatif
	Orga court	0,252	0,254	0,79	0,25	Représentatif
	Hg long	0,25	0,238	4,8	0,24	Représentatif
	Orga long	0,252	0,244	3,17	0,25	Représentatif
PZA34	Hg court	0,255	0,252	1,18	0,25	Représentatif
	Orga court	0,249	0,247	0,8	0,25	Représentatif
	Hg long	0,254	0,248	2,36	0,25	Représentatif
	Orga long	0,251	0,249	0,8	0,25	Représentatif
PZA42	Hg court	0,254	0,252	0,79	0,25	Représentatif
	Orga court	0,255	0,257	0,78	0,26	Représentatif
	Hg long	0,256	0,254	0,78	0,26	Représentatif
	Orga long	0,254	0,255	0,39	0,25	Représentatif
PZA44	Hg court	0,25	0,246	1,6	0,25	Représentatif
	Orga court	0,255	0,264	7,06	0,24	Représentatif
	Hg long	0,246	0,237	3,66	0,24	Représentatif
	Orga long	0,252	0,255	1,19	0,25	Représentatif
PZA46	Hg court	0,249	0,242	2,81	0,25	Représentatif
	Orga court	0,252	0,25	0,79	0,25	Représentatif
	Hg long	0,252	0,249	1,19	0,25	Représentatif
	Orga long	0,25	0,23	8	0,23	Représentatif
PZA51	Hg court	0,25	0,248	0,8	0,25	Représentatif
	Orga court	0,248	0,248	0	0,25	Représentatif
	Hg long	0,249	0,247	0,8	0,25	Représentatif
	Orga long	0,253	0,248	1,98	0,25	Représentatif

Tableau 50 : Représentativité des débits de prélèvements de gaz de sol – partie 2/3  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Piézair réalisé	Référence d'échantillon	Débit (l/min) début	Débit (l/min) fin	Ecart de débit (%)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Représentativité de la mesure
PZA52	Hg court	0,251	0,247	1,59	0,25	Représentatif
	Orga court	0,257	0,256	0,39	0,26	Représentatif
	Hg long	0,249	0,258	3,61	0,25	Représentatif
	Orga long	0,258	0,257	0,39	0,26	Représentatif
PZA54	Hg court	0,25	0,25	0	0,25	Représentatif
	Orga court	0,258	0,25	3,1	0,25	Représentatif
	Hg long	0,252	0,242	3,97	0,25	Représentatif
	Orga long	0,248	0,242	2,42	0,25	Représentatif
PZA61	Hg court	0,247	0,255	3,24	0,25	Représentatif
	Orga court	0,252	0,249	1,19	0,25	Représentatif
	Hg long	0,248	0,247	0,4	0,25	Représentatif
	Orga long	0,253	0,252	0,4	0,25	Représentatif
PZA62	Hg court	0,249	0,253	1,61	0,25	Représentatif
	Orga court	0,258	0,256	0,78	0,26	Représentatif
	Hg long	0,253	0,245	3,16	0,25	Représentatif
	Orga long	0,252	0,258	2,38	0,26	Représentatif
PZA63	Hg court	0,253	0,255	0,79	0,25	Représentatif
	Orga court	0,249	0,243	2,41	0,25	Représentatif
	Hg long	0,255	0,254	0,39	0,25	Représentatif
	Orga long	0,247	0,249	0,81	0,25	Représentatif
PZA67	Hg court	0,249	0,27	8,43	0,25	Représentatif
	Orga court	0,258	0,25	3,1	0,25	Représentatif
	Hg long	0,251	0,227	9,56	0,23	Représentatif
	Orga long	0,253	0,258	1,98	0,26	Représentatif
PZA68	Hg court	0,252	0,255	1,19	0,25	Représentatif
	Orga court	0,255	0,252	1,18	0,25	Représentatif
	Hg long	0,25	0,236	5,6	0,24	Représentatif
	Orga long	0,255	0,255	0	0,26	Représentatif
PZA71	Hg court	0,253	0,253	0	0,25	Représentatif
	Orga court	0,251	0,249	0,8	0,25	Représentatif
	Hg long	0,25	0,267	6,8	0,25	Représentatif
	Orga long	0,247	0,251	1,62	0,25	Représentatif
PZAB1	Hg court	0,25	0,252	0,8	0,25	Représentatif
	Orga court	0,247	0,247	0	0,25	Représentatif
	Hg long	0,252	0,243	3,57	0,25	Représentatif
	Orga long	0,247	0,247	0	0,25	Représentatif
PZAB2	Hg court	0,247	0,244	1,21	0,25	Représentatif
	Orga court	0,248	0,246	0,81	0,25	Représentatif
	Hg long	0,249	0,24	3,61	0,24	Représentatif
	Orga long	0,252	0,248	1,59	0,25	Représentatif
PZAB3	Hg court	0,252	0,249	1,19	0,25	Représentatif
	Orga court	0,256	0,25	2,34	0,25	Représentatif
	Hg long	0,249	0,249	0	0,25	Représentatif
	Orga long	0,254	0,256	0,79	0,26	Représentatif
PZAB4	Hg court	0,247	0,244	1,21	0,25	Représentatif
	Orga court	0,254	0,252	0,79	0,25	Représentatif
	Hg long	0,253	0,247	2,37	0,25	Représentatif
	Orga long	0,255	0,254	0,39	0,25	Représentatif
PZAB5	Hg court	0,256	0,251	1,95	0,25	Représentatif
	Orga court	0,254	0,262	3,15	0,26	Représentatif
	Hg long	0,251	0,256	1,99	0,25	Représentatif
	Orga long	0,253	0,254	0,4	0,25	Représentatif

Tableau 51 : Représentativité des débits de prélèvements de gaz de sol – partie 3/3  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Les temps et les débits de prélèvement présentés dans le tableau ci-dessous permettent de définir les concentrations dans l'air du sol.

Il a été choisi d'acheminer les échantillons vers le laboratoire AGROLAB afin que soient réalisées sur les échantillons les analyses présentées dans le tableau suivant :

Piézair réalisé	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Référence du support	Type de support	Profondeur de prélèvement (m)	Analyses effectuées
PZA1	Hg court	0h11m48s	0,25	8388505449 (ZM) / 8388505457 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m2s	0,24	7966515176	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h54m4s	0,23	8115503946 (ZM) / Référence illisible	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m5s	0,25	7966515181	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA4	Hg court	0h10m4s	0,25	8388505453 (ZM) / 8388505452 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m50s	0,26	7966515177	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m3s	0,25	8115503943 (ZM) / 8115503938 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h11m24s	0,26	7966515175	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA5	Hg court	0h13m6s	0,25	8388505450 (ZM) / 8388505454 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m35s	0,24	7966515179	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h54m30s	0,25	8115503940 (ZM) / 8115503944 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m6s	0,25	7966515183	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA6	Hg court	0h10m33s	0,25	8115608381 (ZM) / 8115608377 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m28s	0,25	7966515484	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m14s	0,25	8115608383 (ZM) / 8115503939 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h11m0s	0,25	7966515493	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA7	Hg court	0h12m13s	0,24	8115608378 (ZM) / 8115608384 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m13s	0,25	8110530337	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m3s	0,25	8115608382 (ZM) / 8115608385 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m9s	0,25	8110930328	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA8	Hg court	0h10m6s	0,25	8388505455 (ZM) / 8388505448 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m7s	0,26	Pas de numéro	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m7s	0,25	8388505456 (ZM) / 8388505451 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m7s	0,25	7966515180	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA9	Hg court	0h10m7s	0,26	8115608380 (ZM) / 8115608379 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m12s	0,26	7966515488	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m11s	0,26	Absence de numéro (ZM) / 8115608293 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m6s	0,25	7966515182	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA11	Hg court	0h10m10s	0,25	8115608287 (ZM) / 8115608295 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m59s	0,25	7966515489	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m2s	0,25	8115608291 (ZM) / 8115608294 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h11m57s	0,24	8110930336	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA12	Hg court	0h10m0s	0,25	8115608290 (ZM) / 8115608436 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m3s	0,26	7966515490	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m5s	0,25	8115608432 (ZM) / 8115608289	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m20s	0,24	8110930333	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV

Tableau 52 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 1/5  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Piézaïr réalisé	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Référence du support	Type de support	Profondeur de prélèvement (m)	Analyses effectuées
PZA13	Hg court	0h10m28s	0,26	8115608433 (ZM) / 8115608431 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m11s	0,25	8110930042	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m27s	0,26	8115608434 (ZM) / 8115608429 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m2s	0,26	8110930331	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA18	Hg court	0h10m4s	0,24	8115608406 (ZM) / 8115608402 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m13s	0,26	8110930039	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m1s	0,25	8115608400 (ZM) / 8115608401 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m1s	0,26	8110930040	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA20	Hg court	0h10m52s	0,25	8115503701 (ZM) / 8115503706 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m0s	0,25	7966569476	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m3s	0,26	8115503702 (ZM) / 8115503703 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m2s	0,25	7966569483	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA21	Hg court	0h10m1s	0,24	8115503698 (ZM) / 8115503705 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m3s	0,24	7966569481	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m1s	0,24	Ø (ZM) / 8115503681 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m51s	0,25	7966569474	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA22	Hg court	0h10m1s	0,24	8115503677 (ZM) / 8115503686 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m0s	0,24	7966569478	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m3s	0,25	8115503685 (ZM) / 8115503679 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m21s	0,24	7966569479	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA23	Hg court	0h10m7s	0,25	8115503682 (ZM) / 8115503680 (ZC)	Tube Hopcalite 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m0s	0,25	7966569477	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m16s	0,25	8115503684 (ZM) / 8115503678 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m16s	0,25	7966569475	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA24	Hg court	0h10m5s	0,25	8115608372 (ZM) / 8115608373 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m2s	0,25	7966569482	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m4s	0,24	8115608371 (ZM) / 8115608374 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m1s	0,25	7966569480	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA25	Hg court	0h10m4s	0,24	8115608370 (ZM) / 8115608376 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m1s	0,25	8111049560	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m10s	0,25	8115608367 (ZM) / 8115608369 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m6s	0,25	8111049559	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA26	Hg court	0h10m4s	0,25	8115608368 (ZM) / 8115608375 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m4s	0,26	8111049558	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m4s	0,24	8115503666 (ZM) / Ø (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m3s	0,26	8111049553	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV

Tableau 53 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 2/5  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Piézair réalisé	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Référence du support	Type de support	Profondeur de prélèvement (m)	Analyses effectuées
PZA27	Hg court	0h10m3s	0,24	8115503665 (ZM) / 8115503660 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m4s	0,26	8111049557	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m13s	0,25	8115503664 (ZM) / 8115503657 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m3s	0,26	8111049561	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA28	Hg court	0h11m3s	0,25	8115503663 (ZM) / 8115503659 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m2s	0,25	8111049552	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m0s	0,25	8115503658 (ZM) / 8115503662 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m8s	0,25	8111049555	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA29	Hg court	0h10m10s	0,25	8241506581 (ZM) / 8241506585 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m9s	0,25	7966569293	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m1s	0,25	8241506588 (ZM) / 8241506583 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m18s	0,25	7966569292	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA30	Hg court	0h10m4s	0,25	8241506587 (ZM) / 8241506589 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m1s	0,26	7966569285	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m1s	0,25	8241506586 (ZM) / 8241506582 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m24s	0,25	7966569287	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA31	Hg court	0h10m7s	0,26	8241506661 (ZM) / 8241506662 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m4s	0,25	7966569291	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m3s	0,26	8241506584 (ZM) / 8241506590 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m15s	0,25	7966569286	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA32	Hg court	0h10m2s	0,25	8241506670 (ZM) / 8241506663 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m1s	0,26	7966569290	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m2s	0,25	8241506666 (ZM) / 8241506667 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m7s	0,26	7966569288	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA33	Hg court	0h10m2s	0,25	8241506668 (ZM) / 8241506665 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m4s	0,25	7966569284	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m4s	0,24	8241506669 (ZM) / 8241506664 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m2s	0,25	8111049554	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA34	Hg court	0h10m8s	0,25	Absence de numéro	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h5m5s	0,25	Absence de numéro	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m3s	0,25	Absence de numéro	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m0s	0,25	Absence de numéro	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZA42	Hg court	0h10m5s	0,25	8115608405 (ZM) / 8115608404 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga court	0h4m7s	0,26	8110930045	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m13s	0,26	8115608428 (ZM) / 8115608430 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercurie
	Orga long	0h10m7s	0,25	8110930047	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV

Tableau 54 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 3/5  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Piézeair réalisé	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Référence du support	Type de support	Profondeur de prélèvement (m)	Analyses effectuées
PZA44	Hg court	0h10m1s	0,25	8241507088 (ZM) / 8241507087 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m13s	0,24	8110930031	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m5s	0,24	8241507084 (ZM) / 8241507086 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m1s	0,25	8110930036	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA46	Hg court	0h10m15s	0,25	8241507089 (ZM) / 8241507081 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m1s	0,25	8110930029	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m5s	0,25	8241507090 (ZM) / 8241507083 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m3s	0,23	8110930037	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA51	Hg court	0h11m4s	0,25	8241507132 (ZM) / 8241507135 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m21s	0,25	8110930033	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m0s	0,25	8241507137 (ZM) / 8241507133 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m0s	0,25	8110930030	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA52	Hg court	0h10m4s	0,25	8241507140 (ZM) / 8241507134 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m2s	0,26	8110929773	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m1s	0,25	8241507136 (ZM) / 8241507138 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m5s	0,26	8110929768	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA54	Hg court	0h10m44s	0,25	8241507139 (ZM) / 8241507131 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m1s	0,25	8110929769	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m1s	0,25	8388505719 (ZM) / 8388505723 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m0s	0,25	8110929772	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA61	Hg court	0h12m8s	0,25	8388505726 (ZM) / 8388505722 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m0s	0,25	8110929776	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m0s	0,25	8388505724 (ZM) / 8388505718 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h12m15s	0,25	8110929777	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA62	Hg court	0h11m4s	0,25	8110929775 (ZM) / 8388505721 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h5m31s	0,26	8388505727	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m1s	0,25	8388505725 (ZM) / 8388505720 (ZC)	Tube Hopcalite 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m0s	0,26	8110929774	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA63	Hg court	0h10m5s	0,25	8388504971 (ZM) / 8388504977 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h5m19s	0,25	8110929771	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m0s	0,25	8388504968 (ZM) / 838850492 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m1s	0,25	8110929770	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA67	Hg court	0h10m10s	0,25	8388504970 (ZM) / 8388504975 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m0s	0,25	7966569456	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m1s	0,23	8388504976 (ZM) / 8388504973 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m2s	0,26	7966569455	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N

Tableau 55 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 4/5  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Piézaïr réalisé	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Référence du support	Type de support	Profondeur de prélèvement (m)	Analyses effectuées
PZA68	Hg court	0h10m2s	0,25	8388504969 (ZM) / 8388504974 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m2s	0,25	7966569459	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m3s	0,24	8388504271 (ZM) / 8388504273 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m1s	0,26	7966569454	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZA71	Hg court	0h10m5s	0,25	8115608399 (ZM) / 8115608397 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m53s	0,25	8110930041	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
	Hg long	0h53m1s	0,25	8115608427 (ZM) / 8115608435 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m1s	0,25	8110930044	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N + COHV
PZAB1	Hg court	0h10m2s	0,25	8388504269 (ZM) / 8388504277 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m32s	0,25	7966569458	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m0s	0,25	8388504268 (ZM) / 8388504274 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h12m28s	0,25	7966569462	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZAB2	Hg court	0h12m19s	0,25	8388504275 (ZM) / 8388504270 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m15s	0,25	7966569461	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m7s	0,24	8388504276 (ZM) / 8388504273 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m3s	0,25	7966569460	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZAB3	Hg court	0h10m1s	0,25	8388504540 (ZM) / 8388504541 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m3s	0,25	7966569463	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m24s	0,25	8388504543 (ZM) / 8388504538 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m11s	0,26	7966569457	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZAB4	Hg court	0h10m12s	0,25	8388504542 (ZM) / 8388504546 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m1s	0,25	7966569120	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m1s	0,25	8388504547 (ZM) / 8388504545 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m1s	0,25	7966569117	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
PZAB5	Hg court	0h10m6s	0,25	8388506049 (ZM) / 8388506050 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga court	0h4m0s	0,26	7966569122	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N
	Hg long	0h53m0s	0,25	8388504539 (ZM) / 8388504544 (ZC)	Tube Hydrar 200 mg	Bouchon étanche	Mercuré
	Orga long	0h10m4s	0,25	7966569118	Tube Anasorb 226-01	Bouchon étanche	TPH C5-C16 + BTEX-N

Tableau 56 : Plan d'échantillonnage et paramètres analysés des gaz du sol – partie 5/5  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

L'analyse des COHV n'était pas prévue initialement dans le programme prévisionnel. Néanmoins suite à une erreur, ces derniers ont été réalisés sur 54 échantillons.

## 2. OBSERVATIONS IN SITU

Avant le prélèvement des gaz du sol, il a été :

- Réalisé un test d'étanchéité afin de vérifier l'absence d'échange avec l'air atmosphérique ;
- Vérifié l'absence d'eau dans le piézaïr afin d'éviter les interférences potentielles entre les composés et les microgouttelettes ;
- Calculé le rayon de captage afin d'apprécier les risques de dilution de la pollution.



Piézaïr réalisé	Altitude piézaïr (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)	Lithologie	Test d'étanchéité	Mesure PID (ppm)	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Rayon de captage (m)
PZA1	12,28	9,36	bloc calcaire	Conforme	0	Hg court	11,80	0,25	0,11
						Orga court	4,03	0,24	-0,08
						Hg long	54,07	0,23	0,22
						Orga long	10,08	0,24	0,10
PZA4	13,4		argiles	Conforme	0	Hg court	10,07	0,24	0,05
						Orga court	4,83	0,26	-0,06
						Hg long	53,05	0,25	0,16
						Orga long	11,40	0,26	0,07
PZA5	13,1	9,95	argiles	Conforme	0	Hg court	13,10	0,25	0,08
						Orga court	4,58	0,24	-0,07
						Hg long	54,50	0,25	0,16
						Orga long	10,10	0,25	0,06
PZA6	13,2	9,35	argiles	Conforme	0	Hg court	10,55	0,25	0,06
						Orga court	4,47	0,25	-0,07
						Hg long	53,23	0,25	0,16
						Orga long	11,00	0,25	0,07
PZA7	13,2		Graves calcaires	Conforme	0	Hg court	12,22	0,24	0,10
						Orga court	4,22	0,25	-0,09
						Hg long	53,05	0,25	0,22
						Orga long	10,15	0,25	0,08
PZA8	13,2	9,50	Graves calcaires	Conforme	0	Hg court	10,10	0,25	0,08
						Orga court	4,12	0,26	-0,09
						Hg long	53,12	0,25	0,22
						Orga long	10,12	0,25	0,08
PZA9	12,6	9,28	calcaires	Conforme	0	Hg court	10,12	0,26	0,09
						Orga court	4,20	0,26	-0,09
						Hg long	53,18	0,26	0,22
						Orga long	10,10	0,25	0,08
PZA11	12,7		argiles	Conforme	0	Hg court	10,17	0,25	0,06
						Orga court	4,98	0,25	-0,06
						Hg long	53,03	0,25	0,16
						Orga long	11,95	0,24	0,07
PZA12	12,4	10,42	argiles	Conforme	0	Hg court	10,00	0,25	0,08
						Orga court	4,05	0,26	0,03
						Hg long	53,08	0,25	0,16
						Orga long	10,33	0,24	0,08
PZA13	13,2		argiles	Conforme	0	Hg court	10,47	0,26	0,06
						Orga court	4,18	0,25	-0,07
						Hg long	53,45	0,26	0,16
						Orga long	10,03	0,26	0,06
PZA18	12,1		calcaires	Conforme	0	Hg court	10,07	0,24	0,10
						Orga court	4,22	0,26	-0,07
						Hg long	53,02	0,25	0,22
						Orga long	10,02	0,26	0,10
PZA20	12,1		calcaires	Conforme	0	Hg court	10,87	0,25	0,11
						Orga court	4,00	0,25	-0,08
						Hg long	53,05	0,26	0,23
						Orga long	10,03	0,25	0,10
PZA21	12,1		calcaires	Conforme	0	Hg court	10,02	0,24	0,10
						Orga court	4,05	0,24	-0,08
						Hg long	53,02	0,24	0,22
						Orga long	10,85	0,25	0,11
PZA22	12		Graves calcaires	Conforme	0	Hg court	10,02	0,24	0,10
						Orga court	4,00	0,24	-0,08
						Hg long	53,05	0,25	0,22
						Orga long	10,35	0,24	0,10
PZA23	12,2		Graves calcaires	Conforme	0	Hg court	10,12	0,25	0,10
						Orga court	4,00	0,25	-0,08
						Hg long	53,27	0,25	0,22
						Orga long	10,27	0,25	0,10
PZA24	11,8		calcaires	Conforme	0	Hg court	10,08	0,25	0,10
						Orga court	4,03	0,25	-0,08
						Hg long	53,07	0,24	0,22
						Orga long	10,02	0,25	0,10
PZA25	11,7		calcaires	Conforme	0	Hg court	10,07	0,24	0,10
						Orga court	4,02	0,25	-0,08
						Hg long	53,17	0,25	0,22
						Orga long	10,10	0,25	0,10
PZA26	11,8		calcaires	Conforme	0	Hg court	10,07	0,25	0,10
						Orga court	4,07	0,26	-0,07
						Hg long	53,07	0,24	0,22
						Orga long	10,05	0,26	0,10

Tableau 57 : Contrôle qualité des prélèvements de gaz de sol – partie (1/3)  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019



Piézair réalisé	Altitude piézair (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)	Lithologie	Test d'étanchéité	Mesure PID (ppm)	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Rayon de captage (m)
PZA27	11,8		Graves calcaires	Conforme	0	Hg court	10,05	0,24	0,10
						Orga court	4,07	0,26	-0,07
						Hg long	53,22	0,24	0,22
						Orga long	10,05	0,26	0,10
PZA28	10,8		argiles	Conforme	0	Hg court	11,05	0,25	0,08
						Orga court	4,03	0,25	0,02
						Hg long	53,00	0,25	0,16
						Orga long	10,13	0,25	0,08
PZA29	10,8		argiles	Conforme	0	Hg court	10,17	0,25	0,08
						Orga court	4,15	0,25	0,03
						Hg long	53,02	0,25	0,16
						Orga long	10,30	0,25	0,08
PZA30	10,8	9,12	bloc calcaire	Conforme	0	Hg court	10,07	0,25	0,11
						Orga court	4,02	0,26	0,04
						Hg long	53,02	0,25	0,23
						Orga long	10,40	0,25	0,12
PZA31	10,8	9,31	argiles	Conforme	0	Hg court	10,12	0,26	0,08
						Orga court	4,07	0,24	0,02
						Hg long	53,05	0,26	0,16
						Orga long	10,25	0,25	0,08
PZA32	11,8	10,22	marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	10,03	0,25	0,08
						Orga court	4,02	0,26	-0,03
						Hg long	53,03	0,25	0,16
						Orga long	10,12	0,26	0,08
PZA33	11,8	11,30	marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	10,03	0,25	0,08
						Orga court	4,07	0,25	0,02
						Hg long	43,07	0,24	0,15
						Orga long	10,03	0,25	0,08
PZA34	12	10,88	marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	10,13	0,25	0,08
						Orga court	5,08	0,25	0,05
						Hg long	53,05	0,25	0,16
						Orga long	10,00	0,25	0,08
PZA42	11,1		marnes sableuses	Conforme	0	Hg court	10,08	0,25	0,11
						Orga court	4,12	0,26	0,05
						Hg long	53,22	0,26	0,23
						Orga long	10,12	0,25	0,11
PZA44	9,2	8,20	marnes sableuses	Conforme	0	Hg court	10,02	0,25	0,12
						Orga court	4,22	0,24	0,08
						Hg long	53,08	0,24	0,23
						Orga long	10,02	0,25	0,12
PZA46	9,7		marnes sableuses	Conforme	0	Hg court	10,25	0,25	0,13
						Orga court	4,02	0,25	0,08
						Hg long	53,08	0,25	0,23
						Orga long	10,05	0,23	0,12
PZA51	10,4	9,40	bloc calcaire	Conforme	0	Hg court	11,07	0,25	0,13
						Orga court	4,35	0,25	0,08
						Hg long	53,00	0,25	0,23
						Orga long	10,00	0,25	0,12
PZA52	10,4	9,64	bloc calcaire	Conforme	0	Hg court	10,07	0,25	0,12
						Orga court	4,03	0,26	0,08
						Hg long	53,02	0,25	0,23
						Orga long	10,08	0,26	0,13
PZA54	9,8	8,89	marnes sableuses	Conforme	0	Hg court	10,73	0,25	0,13
						Orga court	4,02	0,25	0,08
						Hg long	53,02	0,25	0,23
						Orga long	10,00	0,24	0,12
PZA61	9	8,00	marnes calcaires	Conforme	0	Hg court	12,13	0,25	0,10
						Orga court	4,00	0,25	0,05
						Hg long	53,00	0,25	0,16
						Orga long	12,25	0,25	0,10
PZA62	9		bloc calcaire	Conforme	0	Hg court	11,07	0,25	0,13
						Orga court	5,52	0,26	0,10
						Hg long	53,02	0,25	0,23
						Orga long	10,00	0,26	0,13
PZA63	9	8,00	argiles	Conforme	0	Hg court	10,08	0,25	0,09
						Orga court	5,32	0,25	0,07
						Hg long	53,00	0,25	0,16
						Orga long	10,02	0,25	0,09
PZA67	9,4		marnes sableuses	Conforme	0	Hg court	10,17	0,25	0,12
						Orga court	4,00	0,25	0,08
						Hg long	53,02	0,23	0,22
						Orga long	10,03	0,26	0,13

Tableau 58 : Contrôle qualité des prélèvements de gaz de sol – partie (2/3)  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Piézaire réalisé	Altitude piézaire (m NGF)	Niveau d'eau (m NGF)	Lithologie	Test d'étanchéité	Mesure PID (ppm)	Référence d'échantillon	Durée de prélèvement (min)	Débit utilisé pour déterminer le volume (l/min)	Rayon de captage (m)
PZA68	6,6	5,56	remblais graveleux	Conforme	0	Hg court	10,03	0,25	0,12
						Orga court	4,03	0,25	0,08
						Hg long	53,05	0,24	0,23
						Orga long	10,02	0,26	0,13
PZA71	8,3		argiles	Conforme	0	Hg court	10,08	0,25	0,09
						Orga court	4,88	0,25	0,06
						Hg long	53,02	0,25	0,16
						Orga long	10,02	0,25	0,09
PZAB1	7,5		marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	10,03	0,25	0,09
						Orga court	4,53	0,25	0,06
						Hg long	53,00	0,25	0,16
						Orga long	12,47	0,25	0,10
PZAB2	7,8	6,84	marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	12,32	0,25	0,10
						Orga court	4,25	0,25	0,06
						Hg long	53,12	0,24	0,16
						Orga long	10,05	0,25	0,09
PZAB3	9		marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	10,02	0,25	0,09
						Orga court	4,05	0,25	0,06
						Hg long	53,40	0,25	0,16
						Orga long	10,18	0,26	0,09
PZAB4	8,2		marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	10,20	0,25	0,09
						Orga court	4,02	0,25	0,06
						Hg long	53,02	0,25	0,16
						Orga long	10,02	0,25	0,09
PZAB5	6,6		marnes argileuses	Conforme	0	Hg court	10,10	0,25	0,09
						Orga court	4,00	0,26	0,06
						Hg long	53,00	0,25	0,16
						Orga long	10,07	0,25	0,09

Tableau 59 : Contrôle qualité des prélèvements de gaz de sol – partie (3/3)  
 BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

### 3. LIMITES DE LA MÉTHODE

#### 3.1. Réalisation des forages

Les sondages ponctuels ne peuvent offrir une vision **continue de l'état des** terrains du site. Leur implantation et leur densité permettent **d'avoir** une vision représentative du sous-sol sans que **l'on** puisse exclure, entre deux sondages, **l'existence d'une** anomalie **d'extension** limitée qui aurait échappé aux mailles de nos investigations et dont **l'incidence** financière et/ou sanitaire peut **s'avérer** importante.

La technique **d'investigation** au marteau fond de trou est une méthode destructive qui ne permet pas le prélèvement **d'échantillon** ni le relevé précis de la lithologie. Dès lors, cette méthode ne permet pas **d'être catégorique sur l'origine** anthropique ou naturelle de certains faciès.

#### 3.2. Les eaux souterraines

Avant la réalisation de piézomètres, des recherches bibliographiques sont réalisées afin :

- **D'estimer** le niveau piézométrique des eaux souterraines ;
- De déterminer le sens d'écoulement de ces eaux souterraines.

Des différences entre les résultats des recherches bibliographiques et ceux des investigations réalisées peuvent être observées. Ces différences peuvent être liées à la présence d'infrastructures, de captages à proximité de la zone d'études, des conditions météorologiques...

Un piézomètre est ponctuel, il ne permet donc pas **d'offrir** une vision continue de l'état des eaux souterraines du site. Il **permet d'avoir** une estimation de la qualité des eaux à un moment donné.

Il est également possible que l'ouvrage mette en relation une poche d'eau de surface avec la nappe d'eau souterraine. Dans ce cas, le niveau des eaux souterraines pourra être influencé par les eaux de cette poche.

### 3.3. Les gaz de sol

Les prélèvements réalisés dans un ouvrage de type piézair nécessitent une mise en place de l'ouvrage, réalisée dans les règles de l'art par des sociétés en charge de la réalisation des sondages.

Avec cette méthode, le prélèvement de gaz peut être altéré par :

- Une étanchéité défectueuse du système mis en place pour le prélèvement ;
- De l'humidité présente en fond de forage (eau dans le piézair) ;
- Une mauvaise imperméabilité du sol autour de l'ouvrage.

De plus, en l'absence d'information sur les concentrations de polluants dans le sol, le temps de prélèvement choisi par LETOURNEUR CONSEIL peut être trop long, induisant la saturation de la cartouche de prélèvement. D'autre part la présence de composés volatils non toxiques peut également entraîner la saturation de la cartouche (vapeur d'eau ou produits de l'activité bactérienne). Dans le cas d'une saturation de la cartouche, les résultats sont difficilement, voire non exploitables.

Par ailleurs, les paramètres climatologiques (pression atmosphérique, température du sol, humidité ...) peuvent faire varier les concentrations gazeuses à faibles profondeurs (moins de 3 mètres).

Enfin, les pompes sont réglées sur un débit précisé au préalable. Néanmoins, il est possible que le débit de la pompe varie légèrement au cours des prélèvements. De même, l'état de charge de la pompe peut avoir une influence sur le débit de pompage sans que cela soit remarquable lors des prélèvements.

## 4. OBJECTIFS QUALITÉ

---

Les objectifs d'assurance qualité ont été obtenus en employant du personnel qualifié et en utilisant les protocoles définis d'usage et en vigueur pour la conduite des sondages, le prélèvement des échantillons et l'établissement du plan de sondage.

## 5. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES SUR LES ÉCHANTILLONS DE GAZ DU SOL

---

Les certificats des analyses des gaz de sol sont donnés en annexe 16.

Aucune valeur de référence n'est disponible pour juger de la qualité des sols.

L'enjeu sanitaire pour les polluants organiques n'est quantifiable qu'à l'issue d'un calcul de risque.

Les résultats des analyses réalisées par le laboratoire AGROLAB sont présentés de manière synthétique dans les tableaux suivants dont le code couleur correspond à :

-  Valeur détectée uniquement sur la zone de contrôle ou sur la zone de mesure et de contrôle avec la concentration sur la zone de contrôle supérieure à la zone de mesure → résultat inexploitable (saturation et contamination) ;
-  Valeur détectée sur la zone de mesure et de contrôle, néanmoins la concentration sur la zone de contrôle reste inférieure à la zone de mesure → résultat exploitable ;
-  Valeur inférieure à la limite de quantification du laboratoire ;
-  Analyse non réalisée ou non calculée car inférieure au seuil de quantification du laboratoire ;
-  Valeur détectée sur la zone de mesure.

## 5.1. Les blancs de chantier et les blancs de transport

### ➤ Présentation des résultats des témoins

Les tableaux suivants présentent les résultats d'analyse sur les cartouches témoin :

Type de prélèvement		Jour 1 01/10/2019 Pza17		Jour 2 02/10/2019 Pza3		Jour 3 03/10/2019 Pza35		Jour 4 04/10/2019 Pz36	
		Blanc de chantier	Blanc de transport	Blanc de chantier	Blanc de transport	Blanc de chantier	Blanc de transport	Blanc de chantier	Blanc de transport
Concentration sur la cartouche (µg/tube)	BTEX								
	Benzène	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
	Toluène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
	Éthylbenzène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
	m+p-Xylène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
	o-Xylène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
	HAP								
	Naphthalene	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
	COHV								
	Dichlorométhane	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25				
	Chlorure de vinyle	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10				
	1,1-Dichloroéthène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10				
	trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	cis 1,2-dichloroéthène	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	Chloroforme	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	Tétrachlorométhane	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	1,1-Dichloroéthane	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	1,2-Dichloroéthane	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	1,1,1-Trichloroéthane	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	1,1,2-Trichloroéthane	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05				
	Tétrachloroéthylène	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20				
	TPH Aliphatiques								
	Aliphatiques C5-C6	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	Aliphatiques >C6-C8	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	Aliphatiques >C8-C10	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	Aliphatiques >C10-C12	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	Aliphatiques >C12-C16	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	Aliphatiques Total C5-C16								
	TPH Aromatiques								
Aromatiques C6-C7	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Aromatiques >C8-C10	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	
Aromatiques >C10-C12	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	
Aromatiques >C12-C16	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	
Aromatiques Total									

Tableau 60 : Résultats d'analyses sur les blancs de contrôle - Organique  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Type de prélèvement		Jour 1 01/10/2019 Pza17		Jour 2 02/10/2019 Pza3		Jour 3 03/10/2019 Pza35		Jour 4 04/10/2019 Pz36	
		Blanc de chantier	Blanc de transport	Blanc de chantier	Blanc de transport	Blanc de chantier	Blanc de transport	Blanc de chantier	Blanc de transport
(µg/tube)	ETM								
	Mercure	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	0,004	0,004

Tableau 61 : Résultats d'analyses sur les blancs de contrôle – Mercure  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

➤ *Les blancs de chantier*

Le blanc de chantier permet de vérifier une potentielle contamination des échantillons lors de leur manipulation sur le chantier. Le blanc de chantier est ouvert sur le terrain pendant les mêmes périodes que les cartouches de prélèvement.

Les résultats d'analyses montrent que des concentrations inférieures aux seuils de quantification du laboratoire pour l'ensemble des paramètres recherchés (BTEX, Naphtalène, COHV, TPH, Mercure) hormis pour le 4<sup>ème</sup> jour de prélèvement.

En effet, les concentrations mises en évidences pour le mercure sont égales à la limite de quantification du laboratoire. Des vérifications ont été demandées au laboratoire. Ce dernier confirme ses résultats mais précise que les méthodes d'analyses sont confrontées à des interférences et la faible limite de quantification notamment pour le mercure peut engendrer une dérive.

Par conséquent, à la vue des résultats sur les blancs ainsi que des résultats de l'ensemble des prélèvements, aucune contamination des cartouches de prélèvement n'a eu lieu lors de leur manipulation sur le chantier.

➤ *Les blancs de transport*

Le blanc de transport permet de vérifier une potentielle contamination des échantillons entre la fin de la phase de prélèvement et la prise en charge des échantillons par le laboratoire d'analyse.

Les résultats d'analyses montrent que des concentrations inférieures aux seuils de quantification du laboratoire pour l'ensemble des paramètres recherchés (BTEX, Naphtalène, COHV, TPH, Mercure) hormis pour le 4<sup>ème</sup> jour de prélèvement.

En effet, les concentrations mises en évidences pour le mercure sont égales à la limite de quantification du laboratoire. Des vérifications ont été demandées au laboratoire. Ce dernier confirme ses résultats mais précise que les méthodes d'analyses sont confrontées à des interférences et la faible limite de quantification notamment pour le mercure peut engendrer une dérive.

Par conséquent, à la vue des résultats sur les blancs ainsi que des résultats de l'ensemble des prélèvements, aucune contamination des cartouches de prélèvement n'a eu lieu lors du transport des échantillons.

## 5.2. Les résultats d'analyses pour les composés organiques

➤ *Présentation des résultats d'analyses pour les organiques*

Les tableaux suivants présentent les résultats d'analyse des prélèvements de gaz du sol pour les composés organiques (BTEX, Naphtalène, COHV, TPH).

	Pza1		Pza4		Pza5		Pza6	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Type de prélèvement								
Temps de pompage (min)	4,03	10,08	4,83	11,40	4,58	10,10	4,47	11,00
Débit de pompage (l/min)	0,24	0,25	0,26	0,26	0,24	0,25	0,25	0,25
Volume pompé (l)	0,97	2,52	1,26	2,96	1,08	2,53	1,09	2,75
Présence d'eau	oui		non		oui		oui	
<b>BTEX</b>								
Benzène	0,1653	0,1825	0,0557	0,081	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02
Toluène	9,1942	10,7107	0,557	0,5061	0,1393	0,099	0,1645	0,1127
Ethylbenzène	4,1322	4,9587	0,2546	0,2868	< 0,09	0,0436	< 0,09	0,0436
m+p-Xylène	17,0455	20,3504	0,7798	0,8097	0,1578	0,1149	0,1645	0,1164
o-Xylène	5,6818	6,6645	0,1671	0,1822	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04
<b>HAP</b>								
Naphtalène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,03	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane	< 0,26	< 0,10	< 0,20	< 0,08	< 0,23	< 0,10	< 0,23	< 0,09
Chlorure de vinyle	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,03	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04
1,1-Dichloroéthène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,03	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
Chloroforme	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
Tétrachlorométhane	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
1,1-Dichloroéthène	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
1,2-Dichloroéthène	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
1,1,1-Trichloroéthène	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
1,1,2-Trichloroéthène	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,02	< 0,04	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02
Tétrachloroéthylène	< 0,21	< 0,08	< 0,16	< 0,07	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,07
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 2,1	< 0,8	34,2175	37,112	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aliphatiques >C6-C8	4,4421	4,7603	342,1751	404,8583	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aliphatiques >C8-C10	4,6488	5,9504	111,4058	114,7099	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aliphatiques >C10-C12	< 2,1	1,2298	6,6844	7,085	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aliphatiques >C12-C16	< 2,1	< 0,8	< 1,6	< 0,7	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aliphatiques Total C5-C16	9,2975	11,9008	493,3687	573,5493				
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	0,1653	0,1825	0,0589	0,081	< 0,046	< 0,020	< 0,046	< 0,018
Aromatiques >C7-C8	9,1942	10,7107	0,557	0,5061	0,1393	0,099	0,1645	0,1127
Aromatiques >C8-C10	47,5207	55,5372	5,3316	5,7355	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aromatiques >C10-C12	< 2,1	1,4281	< 1,6	0,9109	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aromatiques >C12-C16	< 2,1	< 0,8	< 1,6	< 0,7	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,7
Aromatiques Total	56,8182	67,4380	5,9682	7,085	0,1857	0,1188	0,1828	0,1091

Tableau 62 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 1/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019



	Pza7		Pza8		Pza9		Pza11	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Type de prélèvement								
Temps de pompage (min)	4,22	10,15	4,12	10,12	4,20	10,10	4,98	11,95
Débit de pompage (l/min)	0,25	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,25	0,24
Volume pompé (l)	1,05	2,54	1,07	2,53	1,09	2,53	1,25	2,87
Présence d'eau	non		oui		oui		non	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	0,1124	0,0767
Toluène	< 0,09	0,0394	< 0,09	0,0712	0,1832	0,202	5,3779	3,4868
Ethylbenzène	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	0,1557	0,1743	2,3278	1,569
m+p-Xylène	< 0,09	0,0433	0,1028	0,087	0,7601	0,8713	9,3913	6,5551
o-Xylène	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	0,1282	0,1426	3,1304	2,1967
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,09	0,0871	< 0,08	< 0,03
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane	< 0,24	< 0,10	< 0,23	< 0,10	< 0,23	< 0,10	< 0,20	< 0,09
Chlorure de vinyle	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,08	< 0,03
1,1-Dichloroéthène	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,08	< 0,03
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
Chloroforme	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
Tétrachlorométhane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
1,1-Dichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
1,2-Dichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
1,1,2-Trichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	< 0,07
Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,04	< 0,02
Tétrachloroéthylène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,16	0,2406
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	< 1,6	< 0,7
Aliphatiques >C6-C8	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	0,9901	2,8896	1,9874
Aliphatiques >C8-C10	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	2,1782	2,4883	1,8480
Aliphatiques >C10-C12	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	0,9109	< 1,6	< 0,7
Aliphatiques >C12-C16	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	1,1089	< 1,6	< 0,7
Aliphatiques Total C5-C16						5,1485	5,6187	3,8354
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,047	< 0,020	< 0,047	< 0,020	< 0,046	< 0,020	0,1124	0,0767
Aromatiques >C7-C8	< 0,09	0,0394	< 0,09	0,0712	0,1832	0,202	5,3779	3,4868
Aromatiques >C8-C10	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	5,9524	5,9406	25,6856	18,4798
Aromatiques >C10-C12	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	0,8317	< 1,6	< 0,7
Aromatiques >C12-C16	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	< 1,6	< 0,7
Aromatiques Total		0,0394		0,0791	6,1355	7,1287	31,3043	21,9665

Tableau 63 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 2/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

	Pza12		Pza13		Pza18		Pza20	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Type de prélèvement								
Temps de pompage (min)	4,05	10,33	4,18	10,03	4,22	10,02	4,00	10,03
Débit de pompage (l/min)	0,26	0,24	0,25	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
Volume pompé (l)	1,05	2,48	1,05	2,61	1,10	2,60	1,00	2,51
Présence d'eau	oui		non		non		non	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	0,4	< 0,08
Toluène	0,2754	0,2984	0,0956	0,115	< 0,09	< 0,04	9,7	1,8339
Ethylbenzène	0,7123	0,7661	< 0,10	0,0422	< 0,09	< 0,04	4,3	0,7575
m+p-Xylène	0,9497	1,0887	0,0956	0,115	< 0,1	0,0461	17,4	3,0698
o-Xylène	0,3799	0,4435	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	5,7	0,9967
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane	< 0,24	< 0,10	< 0,24	< 0,10	< 0,23	< 0,10	< 0,25	< 0,10
Chlorure de vinyle	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04
1,1-Dichloroéthène	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
Chloroforme	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
Tétrachlorométhane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
1,1-Dichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
1,2-Dichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
1,1,2-Trichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02
Tétrachloroéthylène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,18	< 0,08	< 0,20	< 0,08
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	9,5	1,1561
Aliphatiques >C6-C8	23,7417	26,6129	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	67	10,7641
Aliphatiques >C8-C10	30,3894	35,0806	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	28	4,7841
Aliphatiques >C10-C12	370,3704	298,3871	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	5,9	< 0,8
Aliphatiques >C12-C16	2,2792	2,0968	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16	427,3504	362,9032					110	16,7442
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,047	< 0,020	< 0,048	< 0,019	< 0,046	< 0,019	0,42	0,0718
Aromatiques >C7-C8	0,2754	0,2984	0,0956	0,115	< 0,09	< 0,04	9,7	1,8339
Aromatiques >C8-C10	7,7873	8,4677	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	47,0	7,9734
Aromatiques >C10-C12	7,4074	7,6613	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C12-C16	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,8	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques Total	15,1947	16,5323	0,0956	0,115			57,0	9,9668

Tableau 64 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 3/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

	Pza21		Pza22		Pza23		Pza24	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Type de prélèvement								
Temps de pompage (min)	4,05	10,85	4,00	10,35	4,00	10,27	4,03	10,02
Débit de pompage (l/min)	0,24	0,25	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25
Volume pompé (l)	0,97	2,71	0,96	2,48	1,00	2,57	1,01	2,50
Présence d'eau	non		non		non		non	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	1,0373	1,2882	15	14,3766	0,3074	0,1118
Toluène	< 0,10	< 0,04	0,4876	0,5233	6,9	7,987	< 0,10	0,0719
Ethylbenzène	< 0,10	< 0,04	0,1971	0,1651	3	3,3896	< 0,10	< 0,04
m+p-Xylène	< 0,10	< 0,04	1,0373	0,7246	11,1	12,1558	< 0,10	0,0599
o-Xylène	< 0,10	< 0,04	0,1660	0,1369	3,8000	4,2078	< 0,10	< 0,04
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	0,0805	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane	< 0,26	< 0,09	< 0,26	< 0,10	< 0,25	< 0,10	< 0,25	< 0,10
Chlorure de vinyle	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
1,1-Dichloroéthène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,21	< 0,07	< 0,21	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,20	< 0,08
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,21	< 0,07	< 0,21	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,20	< 0,08
Chloroforme	< 0,21	< 0,07	< 0,21	< 0,7	< 0,20	< 0,08	< 0,20	< 0,08
Tétrachlorométhane	< 0,21	< 0,07	< 0,21	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,20	< 0,08
1,1-Dichloroéthane	< 0,21	< 0,07	< 0,52	< 0,6	< 2,2	0,8182	0,357	< 0,12
1,2-Dichloroéthane	< 0,21	< 0,07	< 0,21	0,2053	1,2000	0,7792	< 0,20	< 0,08
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,21	< 0,07	< 0,21	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,20	< 0,08
1,1,2-Trichloroéthane	< 0,21	< 0,07	< 0,21	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,20	< 0,08
Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02
Tétrachloroéthylène	< 0,21	< 0,07	< 0,21	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,20	< 0,08
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 2,1	< 0,7	1244,8133	1450,6441	5705,3	4909,0906	823,1405	239,6007
Aliphatiques >C6-C8	2,2634	3,023	3838,1743	4428,3414	10000	8922,0779	942,1488	283,5275
Aliphatiques >C8-C10	< 2,1	< 0,7	228,2158	241,5459	440	377,9221	33,7190	11,1814
Aliphatiques >C10-C12	< 2,1	< 0,7	< 2,1	< 8,1	< 20	< 78	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C12-C16	< 2,1	< 0,7	< 2,1	< 8,1	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16	2,0576	2,9493	5290,4564	6039,8551	16005,0000	14415,5844	1785,1240	519,1348
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,051	< 0,018	1,0373	1,2882	15	14,4156	0,3074	0,1118
Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,04	0,4876	0,5233	6,9	8,1818	< 0,10	0,0719
Aromatiques >C8-C10	< 2,1	< 0,7	9,3361	8,0515	32	32,3377	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C10-C12	< 2,1	< 0,7	< 2,1	1,1675	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C12-C16	< 2,1	< 0,7	< 2,1	< 0,8	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques Total			10,3734	10,8696	54	54,5455	0,2975	0,1997

Tableau 65 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 4/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019



Type de prélèvement	Pza25		Pza26		Pza27		Pza28	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)	4,02	10,10	4,07	10,05	4,07	10,05	4,03	10,13
Débit de pompage (l/min)	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26	0,26	0,25	0,25
Volume pompé (l)	1,00	2,53	1,06	2,61	1,06	2,56	1,01	2,53
Présence d'eau	non		non		non		non	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,09	< 0,14	< 0,05	< 0,02
Toluène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	0,0421	0,1986	0,241927617	< 0,10	< 0,04
Ethylbenzène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	0,1324	0,0936	< 0,10	< 0,04
m+p-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	0,0459	0,5485	0,4682	< 0,10	< 0,04
o-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,28	< 0,27	< 0,10	< 0,04
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane	< 0,25	< 0,10	< 0,24	< 0,10	< 0,24	< 0,10		
Chlorure de vinyle	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04		
1,1-Dichloroéthène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,09	< 0,04		
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
Chloroforme	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
Tétrachlorométhane	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
1,1-Dichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 1,7	< 0,6		
1,2-Dichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	0,7188	0,4292		
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
1,1,2-Trichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,19	0,0819		
Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02		
Tétrachloroéthylène	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 2,0	1,5842	< 1,9	< 0,8	5688,8398	3980,0995	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C6-C8	8,0664	9,1089	11,3493	8,0367	13245,5864	12876,7925	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8	1040,3531	1071,8954	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C10-C12	< 2,0	0,8712	< 1,9	< 0,8	< 189	< 78	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 78	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16	7,9668	11,4851	11,3493	8,0367	19880,2018	17949,4683		
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,050	< 0,020	< 0,047	< 0,019	0,087	0,1249	< 0,050	< 0,020
Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,04	< 0,09	0,0421	0,1986	0,4175	< 0,10	< 0,04
Aromatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8	9,0794	8,5845	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,9	1,9510	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques Total				0,0383	9,3632	11,1599		

Tableau 66 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 5/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

	Pza29		Pza30		Pza31		Pza32	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Type de prélèvement								
Temps de pompage (min)	4,15	10,30	4,02	10,40	4,07	10,25	4,02	10,12
Débit de pompage (l/min)	0,25	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26
Volume pompé (l)	1,04	2,58	1,04	2,60	1,02	2,56	1,04	2,63
Présence d'eau	non		oui		oui		oui	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,08	0,7565	0,6083
Toluène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	1,9672	1,8341	0,2585	0,2129
Ethylbenzène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	0,9148	0,8585	0,2681	0,2129
m+p-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	0,0423	3,7377	3,6293	0,5841	0,5703
o-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	1,2787	1,2098	0,1053	0,0912
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,10	< 0,04	0,2202	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane	< 0,24	< 0,10	< 0,24	< 0,10	< 0,25	< 0,10	< 0,24	< 0,10
Chlorure de vinyle	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
1,1-Dichloroéthène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
Chloroforme	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
Tétrachlorométhane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
1,1-Dichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
1,2-Dichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
1,1,2-Trichloroéthane	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02
Tétrachloroéthylène	< 0,19	< 0,08	< 0,19	< 0,08	< 0,20	< 0,08	< 0,19	< 0,08
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8	105,3304	91,2432
Aliphatiques >C6-C8	7,4217	14,3689	< 1,9	< 0,8	8,5574	9,3659	143,6323	129,2612
Aliphatiques >C8-C10	5,7831	11,6505	< 1,9	< 0,8	4,5246	5,0732	16,2783	18,2486
Aliphatiques >C10-C12	< 1,9	0,9320	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8	5,1708	6,4631
Aliphatiques >C12-C16	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16	13,494	26,7961			12,7869	16,7805	268,1136	247,117
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,048	< 0,019	< 0,048	< 0,019	< 0,049	0,0585	0,7565	0,6083
Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	1,9672	1,8341	0,2585	0,2129
Aromatiques >C8-C10	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	11,8033	11,3171	5,3623	4,9423
Aromatiques >C10-C12	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8	< 1,9	0,8744
Aromatiques >C12-C16	< 1,9	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8
Aromatiques Total					13,7705	13,2683	6,4156	6,4631

Tableau 67 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 6/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Type de prélèvement	Pza33		Pza34		Pza42		Pza44	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)	4,07	10,03	5,08	10,00	4,12	10,12	4,22	10,02
Débit de pompage (l/min)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,24	0,25
Volume pompé (l)	1,02	2,51	1,27	2,50	1,07	2,53	1,00	2,50
Présence d'eau	oui		oui		non		oui	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,04	< 0,02	0,0841	0,0909	< 0,05	< 0,02
Toluène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	4,578	3,9934	< 0,10	< 0,04
Ethylbenzène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	1,962	1,7397	< 0,10	< 0,04
m+p-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	7,7546	7,1565	< 0,10	< 0,04
o-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	2,5226	2,3723	< 0,10	< 0,04
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane	< 0,25	< 0,10	< 0,20	< 0,10	< 0,23	< 0,10		
Chlorure de vinyle	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,09	< 0,04		
1,1-Dichloroéthène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,09	< 0,04		
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
Chloroforme	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
Tétrachlorométhane	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
1,1-Dichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
1,2-Dichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
1,1,2-Trichloroéthane	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	< 0,19	< 0,08		
Trichloroéthylène	< 0,05	< 0,02	< 0,04	< 0,02	< 0,05	< 0,02		
Tétrachloroéthylène	< 0,20	< 0,08	< 0,16	< 0,08	3,8306	< 0,08		
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 2,0	< 0,8	6,9246	7,2	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C6-C8	< 2,0	< 0,8	20,459	16,8	2,9897	2,4909	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,8	2,4393	2,04	2,1489	2,4909	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16			29,9016	26,0000	5,6057	5,14		
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,049	< 0,020	< 0,039	< 0,020	0,0869	0,0909	< 0,050	< 0,020
Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	4,578	3,9539	< 0,10	< 0,04
Aromatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	20,5543	19,3740	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques Total					25,2258	23,3278		

Tableau 68 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 7/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Type de prélèvement	Pza46		Pza51		Pza52		Pza54	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)	4,02	10,05	4,35	10,00	4,03	10,08	4,02	10,00
Débit de pompage (l/min)	0,25	0,23	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25
Volume pompé (l)	1,00	2,31	1,09	2,50	1,05	2,62	1,00	2,50
Présence d'eau	non		oui		oui		oui	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	0,06
Toluène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	3,385892116	3,56
Éthylbenzène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	1,79253112	1,8
m+p-Xylène	0,1394	0,1211	< 0,09	< 0,04	< 0,10	0,042	7,4689	7,68
o-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	2,5892	2,56
<b>HAP</b>								
Naphtalène	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane								
Chlorure de vinyle								
1,1-Dichloroéthène								
trans 1,2-Dichloroéthène								
cis 1,2-dichloroéthène								
Chloroforme								
Tétrachlorométhane								
1,1-Dichloroéthane								
1,2-Dichloroéthane								
1,1,1-Trichloroéthane								
1,1,2-Trichloroéthane								
Trichloroéthylène								
Tétrachloroéthylène								
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 2,0	< 0,9	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	2,2
Aliphatiques >C6-C8	< 2,0	1,0815	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	6,473	7,6
Aliphatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,9	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	2,9876	3,84
Aliphatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,9	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	0,84
Aliphatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,9	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16		1,2979					9,9585	14,4
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,050	< 0,022	< 0,046	< 0,020	< 0,048	< 0,019	< 0,050	0,06
Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,04	< 0,09	< 0,04	< 0,10	< 0,04	3,3859	3,56
Aromatiques >C8-C10	< 2,0	1,2979	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	20,9129	20,4
Aromatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,9	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,9	< 1,8	< 0,8	< 1,9	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques Total		1,2979					23,9004	24,0

Tableau 69 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 8/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019



Type de prélèvement	Pza61		Pza62		Pza63		Pza67	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)	4,00	12,25	5,52	10,00	5,32	10,02	4,00	10,03
Débit de pompage (l/min)	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25	0,25	0,26
Volume pompé (l)	1,00	3,06	1,43	2,60	1,33	2,50	1,00	2,61
Présence d'eau	oui		non		oui		non	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	0,0327	< 0,03	< 0,02	< 0,04	< 0,02	< 0,05	< 0,02
Toluène	1,5	1,6	< 0,07	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,10	< 0,04
Ethylbenzène	0,74	0,8163	< 0,07	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,10	< 0,04
m+p-Xylène	3,1	3,5265	< 0,07	0,0423	< 0,08	< 0,04	0,17	0,1495
o-Xylène	1,1	1,2735	< 0,07	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,10	< 0,03	< 0,07	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,10	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane								
Chlorure de vinyle								
1,1-Dichloroéthène								
trans 1,2-Dichloroéthène								
cis 1,2-dichloroéthène								
Chloroforme								
Tétrachlorométhane								
1,1-Dichloroéthane								
1,2-Dichloroéthane								
1,1,1-Trichloroéthane								
1,1,2-Trichloroéthane								
Trichloroéthylène								
Tétrachloroéthylène								
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	< 2,0	< 0,7	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C6-C8	< 2,0	1,7633	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	< 2,0	1,15
Aliphatiques >C8-C10	< 2,0	1,2408	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	< 2,0	0,92
Aliphatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,7	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,7	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16		2,9388						1,9167
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,050	0,0327	< 0,035	< 0,019	< 0,038	< 0,020	< 0,050	< 0,019
Aromatiques >C7-C8	1,5	1,6	< 0,07	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,10	< 0,04
Aromatiques >C8-C10	10,0	11,4286	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	3,0	2,07
Aromatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,7	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,7	< 1,4	< 0,8	< 1,5	< 0,8	< 2,0	< 0,8
Aromatiques Total		13,0612					3,0	2,07

Tableau 70 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 9/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Type de prélèvement	Pza68		Pza71		PzaB1		PzaB2	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)	4,03	10,02	4,88	10,02	4,53	12,47	4,25	10,05
Débit de pompage (l/min)	0,25	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Volume pompé (l)	1,01	2,60	1,22	2,50	1,13	3,12	1,06	2,51
Présence d'eau	oui		non		non		oui	
<b>BTEX</b>								
Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,04	< 0,02	0,0529	0,0481	< 0,05	< 0,02
Toluène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	2,8235	3,0802	< 0,09	< 0,04
Ethylbenzène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	1,3235	1,4439	< 0,09	< 0,04
m+p-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	0,0439	5,2059	5,8396	< 0,09	< 0,04
o-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	1,7647	1,8930	< 0,09	< 0,04
<b>HAP</b>								
Naphthalène	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	< 0,09	< 0,03	< 0,09	< 0,04
<b>COHV</b>								
Dichlorométhane			< 0,20	< 0,10				
Chlorure de vinyle			< 0,08	< 0,04				
1,1-Dichloroéthène			< 0,08	< 0,04				
trans 1,2-Dichloroéthène			< 0,16	< 0,08				
cis 1,2-dichloroéthène			< 0,16	< 0,08				
Chloroforme			< 0,16	< 0,08				
Tétrachlorométhane			< 0,16	< 0,08				
1,1-Dichloroéthane			< 0,16	< 0,20				
1,2-Dichloroéthane			< 0,16	< 0,08				
1,1,1-Trichloroéthane			< 0,16	< 0,08				
1,1,2-Trichloroéthane			< 0,16	< 0,08				
Trichloroéthylène			< 0,04	< 0,02				
Tétrachloroéthylène			< 0,16	< 0,08				
<b>TPH Aliphatiques</b>								
Aliphatiques C5-C6	56,5289	35,7097	55,6997	75,8735	< 1,8	< 0,6	< 1,9	1,0746
Aliphatiques >C6-C8	91,2397	57,5963	106,4846	143,7604	2,4706	2,6310	16	20,2985
Aliphatiques >C8-C10	22,8099	15,7430	3,686	5,1913	2,2059	2,2460	12,2353	14,7264
Aliphatiques >C10-C12	3,1736	1,0367	8,1911	6,3894	< 1,8	< 0,6	< 1,9	1,3532
Aliphatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	< 1,8	< 0,6	< 1,9	< 0,8
Aliphatiques Total C5-C16	178,5124	111,3529	172,0137	231,614	4,4118	4,8128	28,2353	37,4129
<b>TPH Aromatiques</b>								
Aromatiques C6-C7	< 0,050	< 0,019	< 0,041	< 0,020	0,0485	0,0481	< 0,047	< 0,020
Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,04	< 0,08	< 0,04	2,8235	3,0802	< 0,09	< 0,04
Aromatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	13,2353	15,0802	< 1,9	0,796
Aromatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	< 1,8	< 0,6	< 1,9	< 0,8
Aromatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 1,6	< 0,8	< 1,8	< 0,6	< 1,9	< 0,8
Aromatiques Total					15,8824	18,2888		0,796

Tableau 71 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 10/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		PzaB3		PzaB4		PzaB5	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		4,05	10,18	4,02	10,02	4,00	10,07
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,26	0,25	0,25	0,26	0,25
Volume pompé (l)		1,01	2,65	1,00	2,50	1,04	2,52
Présence d'eau		non		non		non	
µg/l - mg/m3	<b>BTEX</b>						
	Benzène	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02	< 0,05	< 0,02
	Toluène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	0,0397
	Éthylbenzène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
	m+p-Xylène	< 0,10	< 0,04	0,1693	0,1597	0,1154	0,147
	o-Xylène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
	<b>HAP</b>						
	Naphtalène	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04
	<b>COHV</b>						
	Dichlorométhane						
	Chlorure de vinyle						
	1,1-Dichloroéthène						
	trans 1,2-Dichloroéthène						
	cis 1,2-dichloroéthène						
	Chloroforme						
	Tétrachlorométhane						
	1,1-Dichloroéthane						
	1,2-Dichloroéthane						
	1,1,1-Trichloroéthane						
	1,1,2-Trichloroéthane						
	Trichloroéthylène						
	Tétrachloroéthylène						
	<b>TPH Aliphatiques</b>						
	Aliphatiques C5-C6	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8	23,0769	29,404
	Aliphatiques >C6-C8	< 2,0	< 0,8	< 2,0	1,3977	48,0769	55,6291
	Aliphatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8	4,4231	5,1656
	Aliphatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,8	< 2,0	0,9983	< 1,9	< 0,8
	Aliphatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8
	Aliphatiques Total C5-C16				2,396	75,9615	91,3907
	<b>TPH Aromatiques</b>						
	Aromatiques C6-C7	< 0,049	< 0,019	< 0,050	< 0,020	< 0,048	< 0,020
	Aromatiques >C7-C8	< 0,10	< 0,04	< 0,10	< 0,04	< 0,10	0,0397
Aromatiques >C8-C10	< 2,0	< 0,8	< 2,0	1,7171	< 1,9	1,1921	
Aromatiques >C10-C12	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8	
Aromatiques >C12-C16	< 2,0	< 0,8	< 2,0	< 0,8	< 1,9	< 0,8	
Aromatiques Total				1,7171		1,2318	

Tableau 72 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Organique – partie 11/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

Type de prélèvement	Teneur min		Teneur max		Teneur moyenne	
	Court	Long	Court	Long	Court	Long
<b>BTEX</b>						
Benzène	< 0,03	< 0,02	15	14,3766	0,46	0,41
Toluène	< 0,07	< 0,04	9,7	10,7107	1,17	0,96
Éthylbenzène	< 0,07	< 0,04	4	4,9587	0,58	0,47
m+p-Xylène	< 0,07	< 0,04	17,4	20,3504	2,09	1,78
o-Xylène	< 0,07	< 0,04	5,7	6,6645	0,73	0,60
<b>HAP</b>						
Naphthalène	< 0,07	< 0,03	0,2202	0,0871	0,10	0,04
<b>COHV</b>						
Dichlorométhane	< 0,20	< 0,08	< 0,26	< 0,10		
Chlorure de vinyle	< 0,08	< 0,03	< 0,10	< 0,04		
1,1-Dichloroéthène	< 0,08	< 0,03	< 0,10	< 0,04		
trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,16	< 0,07	< 0,21	< 0,08		
cis 1,2-dichloroéthène	< 0,16	< 0,07	< 0,21	< 0,08		
Chloroforme	< 0,16	< 0,07	< 0,21	< 0,72		
Tétrachlorométhane	< 0,16	< 0,07	< 0,21	< 0,08		
1,1-Dichloroéthane	< 0,16	< 0,07	< 2,2	0,8182	0,34	0,15
1,2-Dichloroéthane	< 0,16	< 0,07	1,2	0,7792	0,24	0,12
1,1,1-Trichloroéthane	< 0,16	< 0,07	< 0,21	< 0,08		
1,1,2-Trichloroéthane	< 0,16	< 0,07	< 0,21	0,0819		0,08
Trichloroéthylène	< 0,04	< 0,02	< 0,05	< 0,02		
Tétrachloroéthylène	< 0,16	< 0,07	3,8306	0,2406	0,32	0,08
<b>TPH Aliphatiques</b>						
Aliphatiques C5-C6	< 1,4	< 0,6	5705,30	4909,0909	321,25	253,12
Aliphatiques >C6-C8	< 1,4	< 0,7	13245,59	12876,7925	673,93	638,55
Aliphatiques >C8-C10	< 1,4	< 0,7	1040,35	1071,8954	47,49	45,84
Aliphatiques >C10-C12	< 1,4	< 0,6	370,37	298,3871	16,13	13,63
Aliphatiques >C12-C16	< 1,4	< 0,6	2,28	80,5153	1,89	4,46
Aliphatiques Total C5-C16			19880,20	17949,4683	1948,99	1455,07
<b>TPH Aromatiques</b>						
Aromatiques C6-C7	< 0,035	< 0,018	15,0	14,42	0,46	0,41
Aromatiques >C7-C8	< 0,07	< 0,04	9,7	10,71	1,17	0,97
Aromatiques >C8-C10	< 1,4	< 0,7	47,5207	55,54	7,56	6,01
Aromatiques >C10-C12	< 1,4	< 0,6	7,4074	7,66	2,01	0,99
Aromatiques >C12-C16	< 1,4	< 0,6	< 2,1	< 0,9	1,88	
Aromatiques Total			57,0	67,44	17,36	11,59

Tableau 73 : Synthèse des résultats d'analyses des gaz de sol – Organique  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

➤ **Interprétation des résultats d'analyse pour les composés organiques**

- Les paramètres détectés avec saturation par le laboratoire :

Pour un échantillon de gaz de sol, deux analyses sont réalisées : une sur la zone de mesure et l'autre sur la zone de contrôle. La détection de teneurs sur la zone de contrôle induit la saturation de la cartouche. Plusieurs prélèvements présentent des teneurs sur la cartouche de contrôle. Il s'agit des échantillons :

- Pza22 – long ;
- Pza23 – court ;
- Pza23 – long ;
- Pza27 – court ;
- Pza27 – long.

Deux cas de figures sont observés :

- Cas 1 : la concentration sur la zone de mesure est supérieure à la concentration sur la zone de contrôle de la cartouche [ZM] > [ZC]. Dans ce cas de figure les résultats restent exploitables. Ce type de saturation a été rencontrée pour les composés suivants :
  - Le toluène au droit de l'échantillon Pza27-long avec une concentration de 0,24 µg/l ;

- o Les TPH Aliphatiques C5-C6 au droit des échantillons Pza22-long, Pza23-court, Pza27-court avec des concentrations respectives de 1 450,6 µg/l, 5 705,3 µg/l, 5 688,8 µg/l induisant des saturations pour ces mêmes échantillons pour la somme des TPH aliphatiques
  - o Les TPH aliphatiques C6-C8 au droit des échantillons Pza23-long, Pza27-court et Pza27-long avec des concentrations respectives de 8 922 µg/l, 13 245,6 µg/l, 12 876,8 µg/l induisant des saturations pour ces mêmes échantillons pour la somme des TPH aliphatiques
  - o Les TPH aromatiques C7-C8 au droit de l'échantillon PZa27 avec une concentration de 0,4 µg/l induisant une saturation pour ce même échantillon pour la somme des TPH aromatiques.
- Cas 2 : la concentration sur la zone de contrôle est supérieure à la concentration sur la zone de mesure de la cartouche [ZM] < [ZC]. Dans ce cas de figure, les résultats ne sont pas exploitables. Ce type de saturation a été rencontré pour les composés suivants :
    - o Les TPH Aliphatiques C5-C6 au droit des échantillons Pza23-long, Pza27-long avec des concentrations respectives de 4 909 µg/l et 3 980,1 µg/l induisant une saturation pour ces mêmes échantillons pour la somme des TPH aliphatiques.
- Les paramètres détectés sans saturation par le laboratoire sont les suivants :
    - Les BTEX tels que :
      - Le benzène (TPH Aromatiques C6-C7) dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza23 avec une concentration de 15 µg/l pour le prélèvement court ;
      - Le toluène (TPH Aromatiques C7-C8) dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza1 avec une concentration de 10,7 µg/l pour le prélèvement long ;
      - L'éthylbenzène dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza1 avec une concentration de 4,96 µg/l pour le prélèvement long ;
      - Le m+p xylène dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza1 avec une concentration de 20,4 µg/l pour le prélèvement long ;
      - Le o-xylène dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza1 avec une concentration de 6,7 µg/l pour le prélèvement long ;
    - Le naphtalène détecté a trois reprises avec une concentration maximale de 0,22 µg/l au droit du piézair PZa30 pour le prélèvement court ;
    - Les COHV tels que :
      - Le 1,2-dichloroéthane dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza23 avec une concentration de 1,2 µg/l pour le prélèvement court ;
      - Le 1,1,2-Trichloroéthane dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair PZa23 avec une concentration de 0,08 µg/l pour le prélèvement long ;
      - Le tétrachloroéthylène dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza42 avec une concentration de 3,8 µg/l pour le prélèvement court ;
    - Les TPH Aromatiques tels que :
      - Les C6-C7 (benzène) dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza23 avec une concentration de 15 µg/l pour le prélèvement court ;
      - Les C7-C8 (toluène) dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza1 avec une concentration de 10,7 µg/l pour le prélèvement long ;
      - Les C8-C10 dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza1 avec une concentration de 55,5 µg/l pour le prélèvement long ;
      - Les C10-C12 dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza12 avec une concentration de 7,7 µg/l pour le prélèvement long ;
      - La concentration maximale calculée pour la somme des TPH aromatiques est rencontrée sur le piézair Pza1 avec une concentration de 67,4 µg/l pour le prélèvement long ;
    - Les TPH Aliphatiques tels que :
      - Les C5-C6 dont la concentration maximale (hors saturation) est mesurée au droit du piézair Pza22 avec une valeur de 1 244,8 µg/l pour le prélèvement court ;



- Les C6-C8 dont la concentration maximale (hors saturation) est mesurée au droit du piézair Pza23 avec une valeur de 10 000 µg/l pour le prélèvement court ;
  - Les C8-C10 dont la concentration maximale (hors saturation) est mesurée au droit du piézair Pza27 avec une valeur de 1 040,4 µg/l ;
  - Les C10-C12 dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza12 avec une concentration de 370,4 µg/l pour le prélèvement court ;
  - Les C12-C16 dont la concentration maximale est mesurée au droit du piézair Pza12 avec une concentration de 2,3 µg/l pour le prélèvement long. A noter que la valeur de 81 µg/l correspond à une limite de quantification réhaussée.
- Les paramètres suivants n'ont pas été quantifiés par le laboratoire :
    - Les COHV tels que :
      - Le dichlorométhane ;
      - Le chlorure de vinyle ;
      - 1,1-Dichloroéthène ;
      - Trans 1,2-Dichloroéthène ;
      - Cis 1,2-Dichloroéthène ;
      - Tétrachlorométhane ;
      - 1,1,1-Trichloroéthane ;
      - Trichloroéthylène.

### 5.3. Les résultats d'analyses pour le mercure volatil

➤ Présentation des résultats d'analyses pour le mercure volatil

Les tableaux suivants présentent les résultats d'analyse des prélèvements de gaz du sol pour le mercure volatil (Hg).

		Pza1		Pza4		Pza5		Pza6	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		11,80	54,07	10,07	53,05	13,10	54,50	10,55	53,23
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,23	0,25	0,25	0,25	0,25	0,246	0,25
Volume pompé (l)		2,95	12,44	2,52	13,26	3,28	13,63	2,60	13,31
Présence d'eau		oui		non		oui		oui	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0014	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0012	< 0,0003	< 0,0015	< 0,0003

Tableau 74 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 1/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza7		Pza8		Pza9		Pza11	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		12,22	53,05	10,10	53,12	10,12	53,18	10,17	53,03
Débit de pompage (l/min)		0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25
Volume pompé (l)		2,93	13,26	2,53	13,28	2,63	13,83	2,54	13,26
Présence d'eau		non		oui		oui		non	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0014	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0015	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003

Tableau 75 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 2/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza12		Pza13		Pza18		Pza20	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,00	53,08	10,47	53,45	10,07	53,02	10,87	53,05
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,25	0,26	0,26	0,24	0,25	0,25	0,26
Volume pompé (l)		2,50	13,27	2,72	13,90	2,42	13,25	2,72	13,79
Présence d'eau		oui		non		non		non	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0015	< 0,0003	< 0,0017	< 0,0003	< 0,0015	< 0,0003

Tableau 76 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 3/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza21		Pza22		Pza23		Pza24	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,02	53,02	10,02	53,05	10,12	53,27	10,08	53,07
Débit de pompage (l/min)		0,239	0,239	0,235	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24
Volume pompé (l)		2,39	12,67	2,35	13,26	2,53	13,32	2,52	12,74
Présence d'eau		non		non		non		non	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0017	< 0,0003	< 0,0017	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003

Tableau 77 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 4/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza25		Pza26		Pza27		Pza28	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,07	53,17	10,07	53,07	10,05	53,22	11,05	53,00
Débit de pompage (l/min)		0,24	0,25	0,25	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25
Volume pompé (l)		2,42	13,29	2,52	12,74	2,41	13,30	2,76	13,25
Présence d'eau		non		non		non		non	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0017	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0017	< 0,0003	< 0,0014	< 0,0003

Tableau 78 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 5/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019



		Pza29		Pza30		Pza31		Pza32	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,17	53,02	10,07	53,02	10,12	53,05	10,03	53,03
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,25	0,25
Volume pompé (l)		2,54	13,25	2,52	13,25	2,63	13,79	2,51	13,26
Présence d'eau		non		oui		oui		oui	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0015	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003

Tableau 79 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 6/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza33		Pza34		Pza42		Pza44	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,03	53,07	10,13	53,05	10,08	53,22	10,02	53,08
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,24
Volume pompé (l)		2,51	12,74	2,53	13,26	2,52	13,84	2,50	12,74
Présence d'eau		oui		oui		non		oui	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003

Tableau 80 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 7/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza46		Pza51		Pza52		Pza54	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,25	53,08	11,07	53,00	10,07	53,02	10,73	53,02
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Volume pompé (l)		2,56	13,27	2,77	13,25	2,52	13,25	2,68	13,25
Présence d'eau		non		oui		oui		oui	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0014	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0015	< 0,0003

Tableau 81 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 8/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza61		Pza62		Pza63		Pza67	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		12,13	53,00	11,07	53,02	10,08	53,00	10,17	53,02
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,249	0,227
Volume pompé (l)		3,03	13,25	2,77	13,25	2,52	13,25	2,53	12,03
Présence d'eau		oui		non		oui		non	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0013	< 0,0003	< 0,0014	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003

Tableau 82 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 9/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Pza68		Pza71		PzaB1		PzaB2	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,03	53,05	10,08	53,02	10,03	53,00	12,32	53,12
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,236	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,24
Volume pompé (l)		2,51	12,52	2,52	13,25	2,51	13,25	3,08	12,75
Présence d'eau		oui		non		non		oui	
µg/l - mg/m3	ETM								
	Mercur	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0013	< 0,0003

Tableau 83 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 10/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019



		PzaB3		PzaB4		PzaB5	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long
Temps de pompage (min)		10,02	53,40	10,20	53,02	10,10	53,00
Débit de pompage (l/min)		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Volume pompé (l)		2,50	13,35	2,55	13,25	2,53	13,25
Présence d'eau		non		non		non	
µg/l - mg/m3	ETM						
	Mercuré	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	< 0,0003	< 0,0016	0,0003

Tableau 84 : Résultats d'analyses des gaz de sol – Mercure – partie 11/11  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

		Teneur min		Teneur max		Teneur moyenne	
Type de prélèvement		Court	Long	Court	Long	Court	Long
µg/l - mg/m3	ETM						
	Mercuré	< 0,0012	< 0,0003	< 0,0017	0,0003		0,0003

Tableau 85 : Synthèse des résultats d'analyses des gaz de sol – Organique  
BERRE-L'ÉTANG – Cabot – du 01 au 04 Octobre 2019

➤ *Interprétation des résultats d'analyse pour le mercure volatil*

Les résultats d'analyses montrent l'absence de marquage en mercure volatil ce qui démontre que le mercure retrouvé dans les sols n'est pas sous une forme volatile. En effet, les concentrations sont toutes inférieures aux limites de quantification du laboratoire hormis pour un échantillon (PzaB5 – long). Néanmoins à la vue de l'ensemble des autres résultats d'analyses (blanc compris), le résultat en mercure doit très certainement correspondre à une dérive (interférence) de la mesure du fait de la limite de quantification faible.

## 6. MÉTHODES ET INCERTITUDES DU LABORATOIRE

Les méthodes d'analyses et les incertitudes du laboratoire sont données en annexe 16.

Les analyses ont été confiées au laboratoire AGROLAB. Ce laboratoire possède l'accréditation néerlandaise RAAD VOOR ACCREDITATIE (RVA) suivant la norme internationale homologuée NF EN ISO/CEI 17025 : 2005. Cette norme définit les exigences particulières à respecter pour effectuer des essais et/ou des étalonnages, y compris l'échantillonnage. L'accréditation certifie que le laboratoire satisfait aux exigences de la norme.

Ainsi, le laboratoire dispose de différentes méthodes d'analyses (normes ISO, EN et méthodes interne). La méthode utilisée selon le type d'analyse est détaillée en annexe.

De plus, toute méthode analytique génère des incertitudes et d'après la norme NF EN ISO/CEI 17025 : « les laboratoires d'essais doivent [...] posséder et appliquer des procédures pour estimer l'incertitude de mesure ». Les tableaux joints en annexe présentent les méthodes d'analyses et les incertitudes du laboratoire, ainsi que les résultats obtenus associés à l'incertitude absolue de l'analyse.

Il est important de noter que certaines analyses présentent des pas d'incertitude élevés. Les résultats varient donc de manière significative du fait de ces incertitudes.

Exemple :

Mercuré volatil mesuré à 0,004 µg par cartouche, pas d'incertitude de 18% soit +/- 0,00072 µg.  
Donc la concentration en mercure volatile serait comprise entre 0,00328 et 0,00472 µg/cartouche.

En conséquence, les résultats peuvent varier en fonction du pas d'incertitudes. Ceci peut avoir une incidence sur l'évaluation des risques sanitaires.

## 7. LOCALISATION DES ANOMALIES

La figure de localisation ci-après correspond à l'implantation des piézaires et la localisation des anomalies observées suite à la campagne de prélèvement des gaz du sol.

Plusieurs niveaux de pollution ont été déterminés arbitrairement :

- L'absence d'impact lorsque les concentrations sont toutes inférieures à la limite de quantification du laboratoire ;
- Les concentrations à l'état de trace correspondant à un danger négligeable ;
- Les anomalies modérées à ne pas négliger ;
- Les marquages ;
- Les impacts.

Seules les concentrations des trois derniers niveaux (modéré, marquage et impact) ont été représentés sur les figures suivantes.

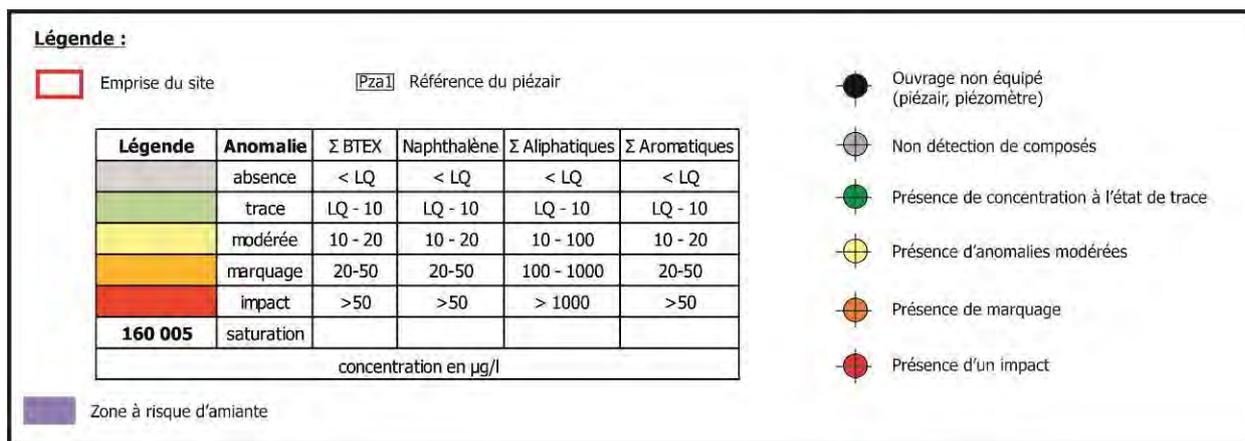


Figure 62 : Légende de la localisation des anomalies dans les gaz de sol

# Les gaz du sol - prélèvement court

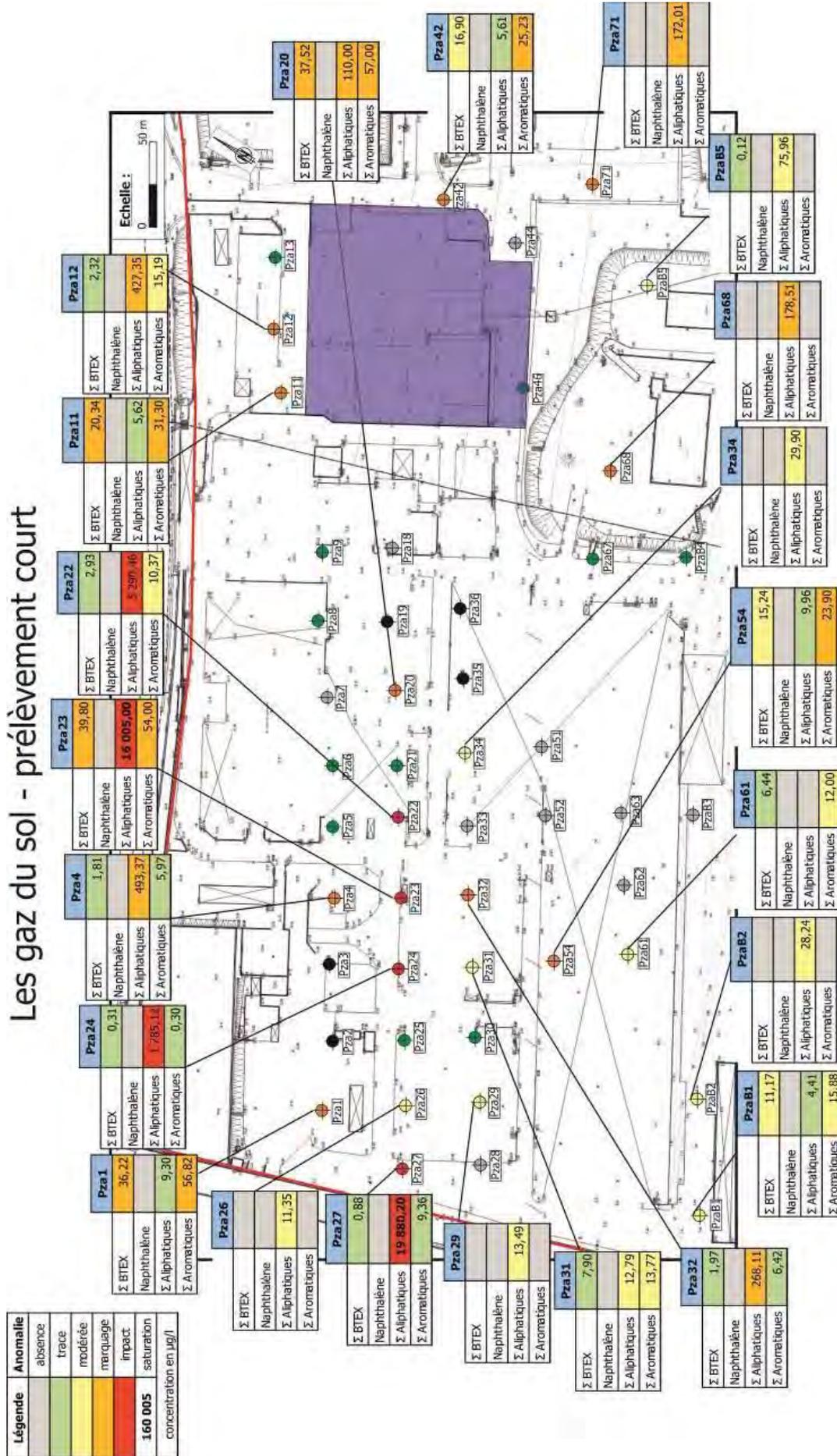


Figure 63 : Localisation des anomalies – Arase de terrassement – gaz de sol (concentration en µg/l – prélèvement court) BERRE-L'ÉTANG – Cabot

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010



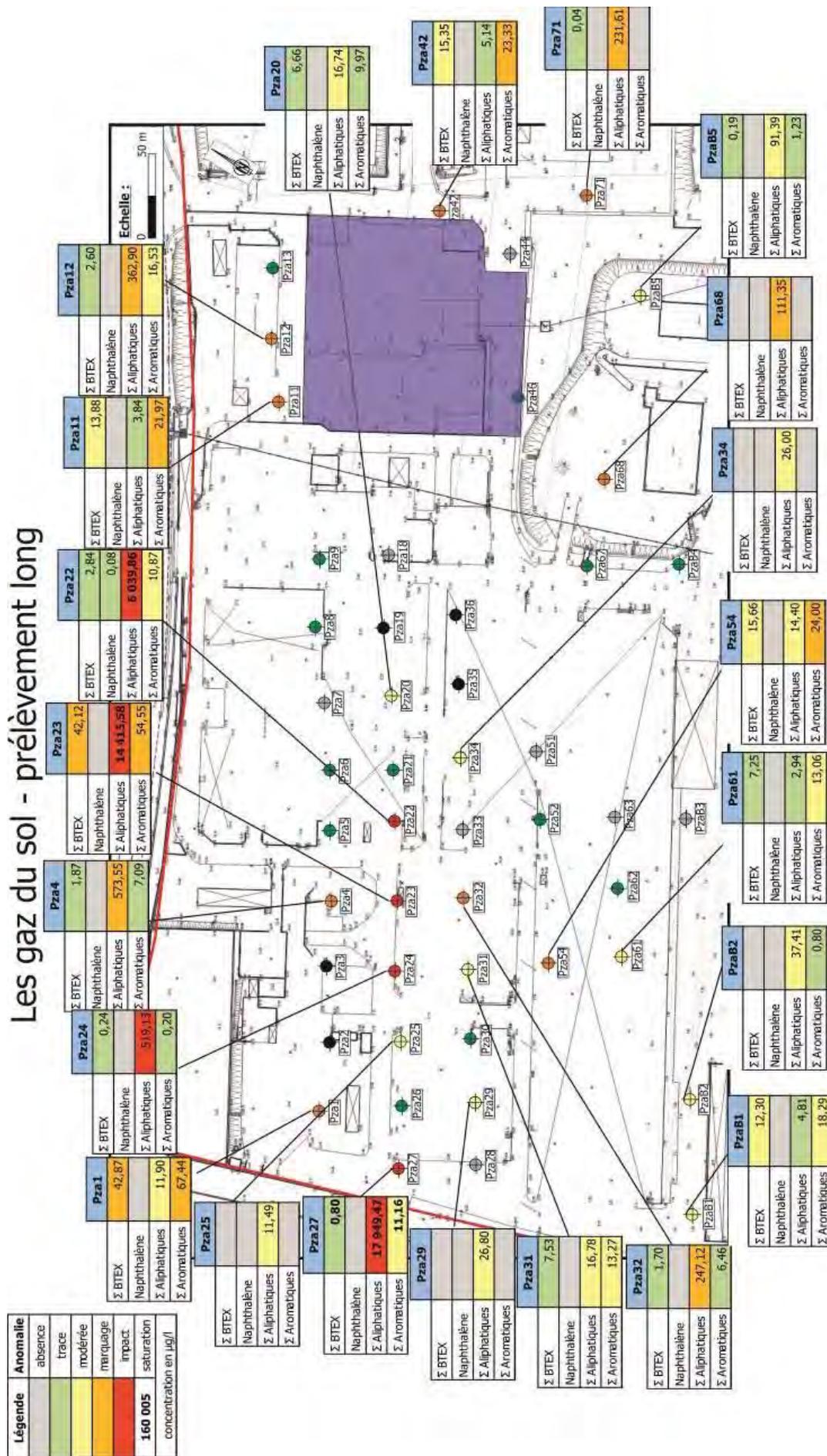


Figure 64 : Localisation des anomalies – Arase de terrassement – gaz de sol (concentration en µg/l – prélèvement long)  
 BERRE-L'ÉTANG – Cabot

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010  
 Page 196 sur 278



## 8. INTERPRÉTATION DES RESULTATS D'INVESTIGATIONS

Les résultats des investigations sur la matrice gaz de sol ont révélé la présence d'impacts probants.

### Pour le mercure – ensemble du site

Les résultats d'analyses sur les gaz de sols n'ont pas mis en évidence d'impact en mercure volatil. Seuls un prélèvement (PzaB5-Long) et un blanc de journée (chantier et transport) ont montré une concentration égale à la limite de quantification du laboratoire. D'après le laboratoire, il pourrait s'agir d'une interférence. En effet, sur 86 prélèvements et 8 blancs soit un total de 94 analyses, 3 analyses présentent des valeurs infimes.

Ainsi, au regard de ces résultats, les valeurs mises en évidence sont négligées. Il est donc possible de conclure sur la non volatilité du mercure présent dans les sols.

### Pour les composés organiques – au droit de la future plateforme logistique

Plusieurs niveaux de pollution sont identifiés :

- Les impacts significatifs (en rouge) ;
- Les marquages non négligeables : zones sur lesquelles les concentrations sont moindres mais non négligeables (en orange) ;
- Des concentrations moindres voire négligeables (jaune, vert) à l'absence de quantification de composés (gris).

Ainsi, des spots en polluants organiques volatils ont été identifiés, à savoir :

- 4 spots de pollutions significatifs ;
- 10 ouvrages avec des marquages non négligeables ;
- 9 ouvrages avec des anomalies modérées.

En l'absence d'un calcul de risque, un excès de risque sanitaire est possible par inhalation de vapeur.

De plus, lors des investigations, 5 ouvrages n'ont pas pu être posés du fait d'arrivée d'eau dès 30 cm (ouvrage en noir). À ce jour nous manquons d'informations sur environ 2 500m<sup>3</sup> de terres en place au droit du futur bâtiment en considérant une arase de terrassement à 10 m NGF.

### Provenance des impacts

De forts impacts en composés organiques notamment sur la matrice gaz de sol ont été mis en évidence en-deçà de 10 m NGF. Les piézajets ont été installés entre 1 et 4 m de profondeur pour atteindre cette altimétrie.

De nombreuses arrivées d'eau ont été observées à ce niveau confirmant la présence d'une nappe d'eau souterraine. Les diagnostics antérieurs ont révélé que la nappe d'eau souterraine a été impactée par les installations situées en amont hydraulique du site CABOT.

Ainsi, il est fort probable que les impacts observés dans la matrice gaz de sol soient issus du dégazage de la nappe d'eau souterraine.

## 9. CORRELATION DES RÉSULTATS SUR LES MATRICES SOLS ET GAZ DE SOL AU DROIT DE LA FUTURE PLATEFORME LOGISTIQUE

En corrélant les investigations menées sur la matrice sol et la matrice gaz de sol en-deçà de 10 m NGF, il ressort la présence de deux impacts en composés organiques :

- Un spot restreint au niveau du piézair PZa27 en limite Sud-Ouest du terrain ;
- Un spot regroupant trois piézairs (PZa22, PZa23, PZa24) localisé au niveau des anciens bâtiments de process (cf. visite de site).

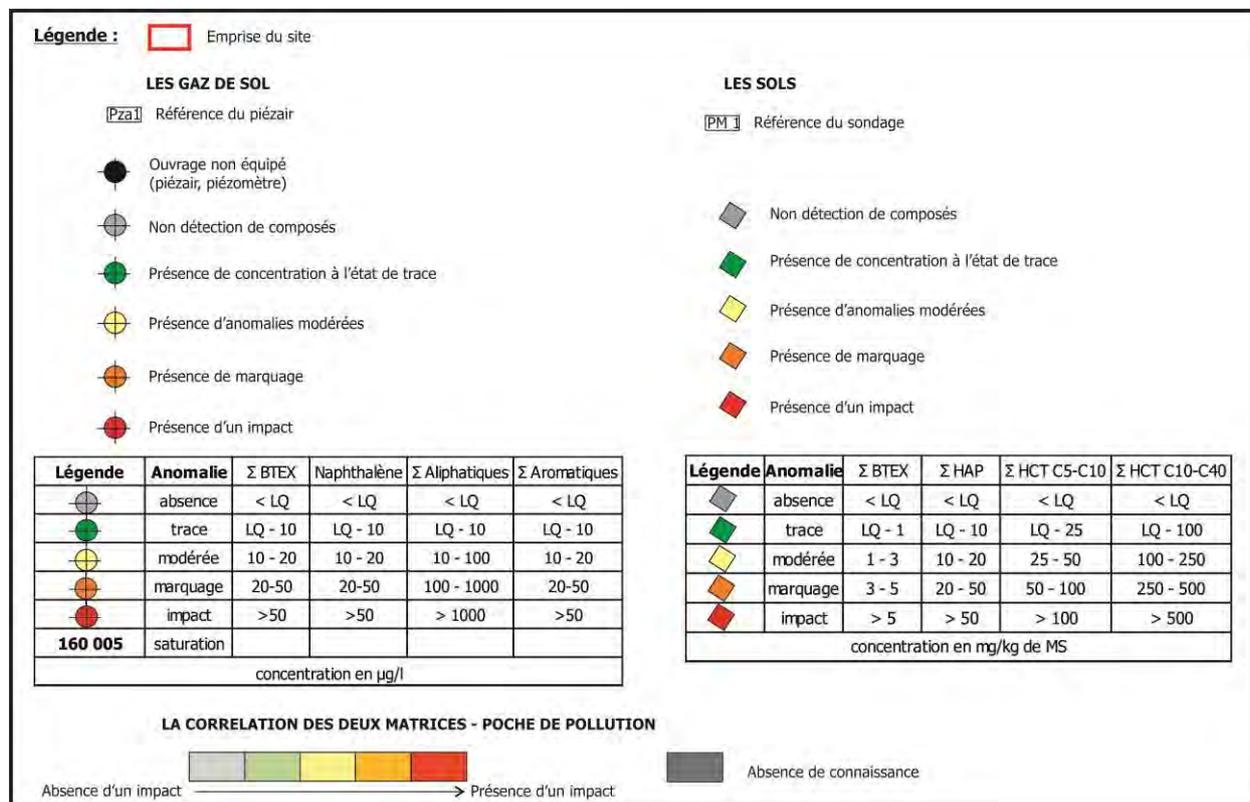


Figure 65 : Légende de la figure de corrélation des résultats sur les matrices sols et gaz de sol

# Les sols et les gaz de sol - sous-jacent à 10 m NGF

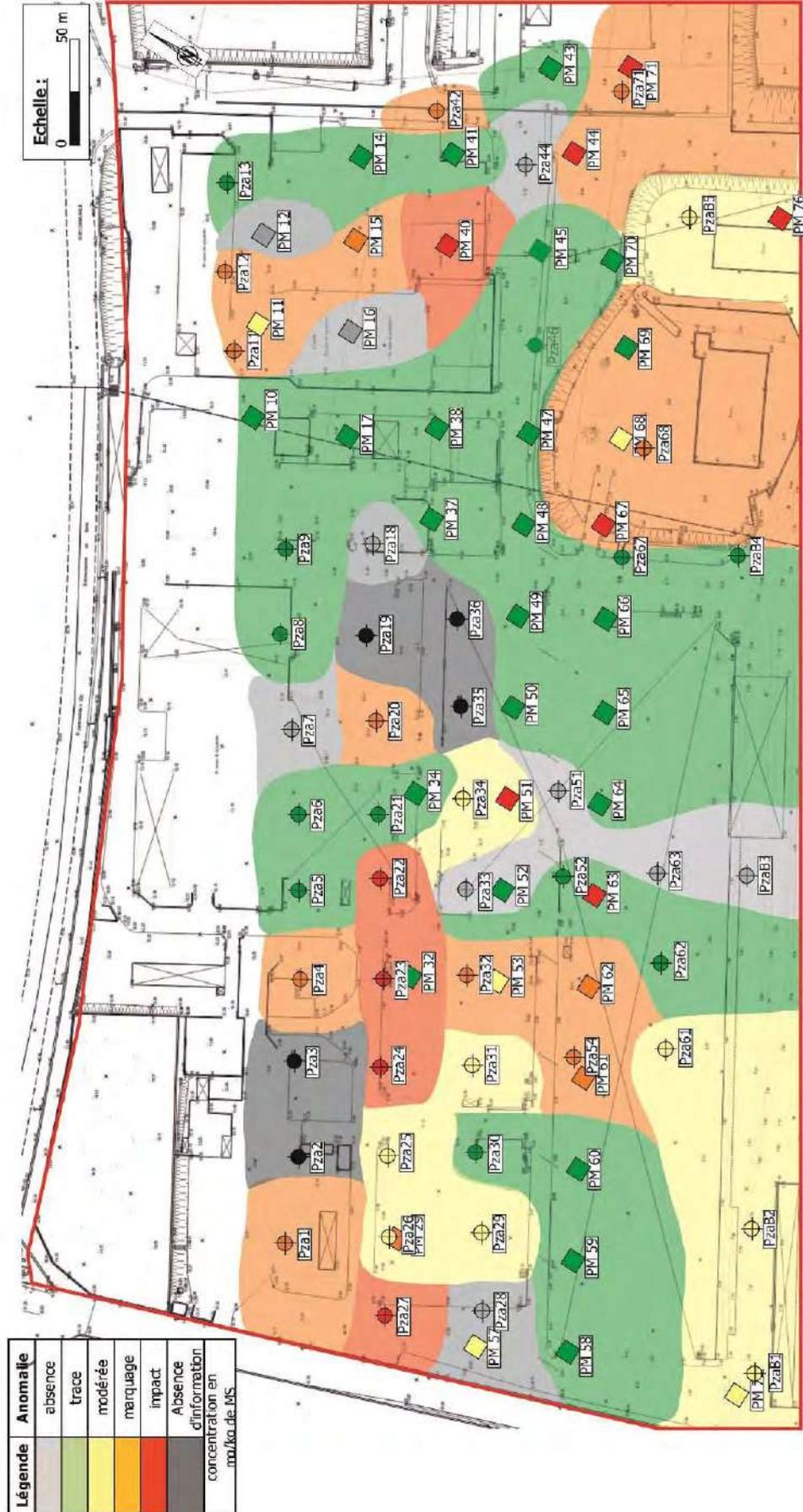


Figure 66 : Extension des panaches de pollution - Matrices sol et gaz du sol  
 BERRE-L'ÉTANG - Cabot

Source fond : plan géomètre - état des lieux - SCP FRAISSE - ARNEL - DE COMBARIEU - janvier 2010



## XIII. LE SCHÉMA CONCEPTUEL POST INVESTIGATION SUR LES GAZ DE SOL

L'élaboration du schéma conceptuel – état projeté prend en compte la collecte des études réalisées y compris les données acquises par les investigations de terrain.

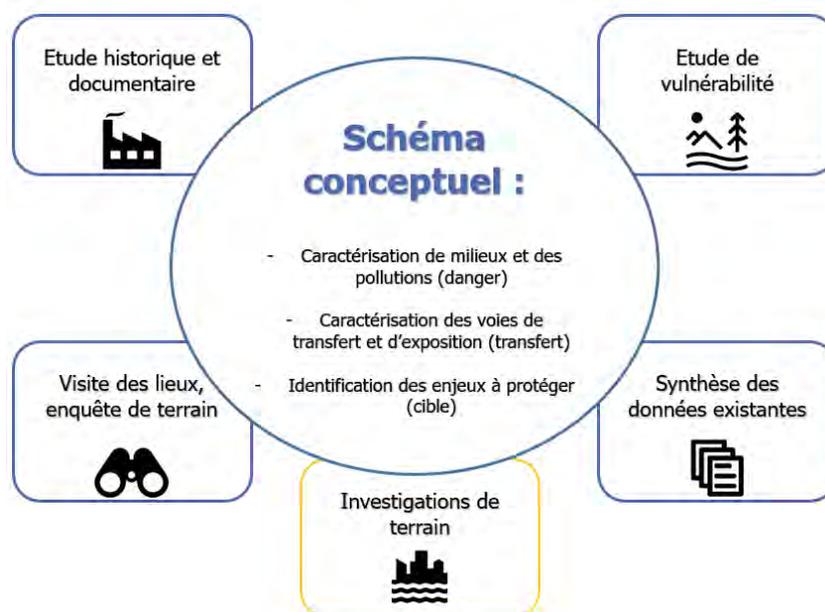


Figure 67 : Données d'entrée du Schéma conceptuel état projeté

### 1. TABLEAU RÉCAPITULATIF DES SUBSTANCES RETENUES

Les campagnes d'investigations ont consisté en la réalisation de :

- 84 sondages à la pelle mécanique ;
- 43 piézajais à la foreuse mécanique.

Les paragraphes suivants présentent l'interprétation des résultats d'analyses uniquement pour les gaz de sol. L'interprétation des résultats d'analyses sur les sols est déjà présentée dans les paragraphes précédents (cf. schéma conceptuel post investigation sur les sols)

L'interprétation des résultats d'analyses des gaz sols a été réalisée en fonction des types de prélèvement

- Prélèvement court et prélèvement long ;
- Analyse du mercure ou analyse des composés organiques

Les tableaux suivants synthétisent les résultats d'analyses en fonction la matrice gaz de sol.

		Min	Max	Moyenne	Anomalies retenues	Commentaire
Type de prélèvement		Court				
µg/l - mg/m <sup>3</sup>	<b>BTEX</b>				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Benzène	< 0,03	15	0,46		
	Toluène	< 0,07	9,7	1,17		
	Éthylbenzène	< 0,07	4	0,58		
	m+p-Xylène	< 0,07	17,4	2,09		
	o-Xylène	< 0,07	5,7	0,73		
	<b>HAP</b>				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Naphtalène	< 0,07	0,2202	0,10		
	<b>COHV</b>				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Dichlorométhane	< 0,20	< 0,26			
	Chlorure de vinyle	< 0,08	< 0,10			
	1,1-Dichloroéthène	< 0,08	< 0,10			
	trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,16	< 0,21			
	cis 1,2-dichloroéthène	< 0,16	< 0,21			
	Chloroforme	< 0,16	< 0,21			
	Tétrachlorométhane	< 0,16	< 0,21			
	1,1-Dichloroéthane	< 0,16	< 2,2			
	1,2-Dichloroéthane	< 0,16	1,2	0,24		
	1,1,1-Trichloroéthane	< 0,16	< 0,21			
	1,1,2-Trichloroéthane	< 0,16	< 0,21			
	Trichloroéthylène	< 0,04	< 0,05			
	Tétrachloroéthylène	< 0,16	3,8306	0,32		
	<b>TPH Aliphatiques</b>				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Aliphatiques C5-C6	< 1,4	5705,30	321,25		
	Aliphatiques >C6-C8	< 1,4	13245,59	673,93		
	Aliphatiques >C8-C10	< 1,4	1040,35	47,49		
	Aliphatiques >C10-C12	< 1,4	370,37	16,13		
Aliphatiques >C12-C16	< 1,4	2,28	1,89			
Aliphatiques Total C5-C16		19880,20	1948,99			
<b>TPH Aromatiques</b>				OUI	Présence de composés organiques volatils	
Aromatiques C6-C7	< 0,035	15,0	0,46			
Aromatiques >C7-C8	< 0,07	9,7	1,17			
Aromatiques >C8-C10	< 1,4	47,5207	7,56			
Aromatiques >C10-C12	< 1,4	7,4074	2,01			
Aromatiques >C12-C16	< 1,4	< 2,1				
Aromatiques Total		57,0	17,36			

Tableau 86 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement court - organique

		Min	Max	Moyenne	Anomalies retenues	Commentaire
Type de prélèvement		Long				
µg/l - mg/m <sup>3</sup>	BTEX				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Benzène	< 0,02	14,3766	0,41		
	Toluène	< 0,04	10,7107	0,96		
	Éthylbenzène	< 0,04	4,9587	0,47		
	m+p-Xylène	< 0,04	20,3504	1,78		
	o-Xylène	< 0,04	6,6645	0,60		
	HAP				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Naphtalène	< 0,03	0,0871	0,04		
	COHV				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Dichlorométhane	< 0,08	< 0,10			
	Chlorure de vinyle	< 0,03	< 0,04			
	1,1-Dichloroéthène	< 0,03	< 0,04			
	trans 1,2-Dichloroéthène	< 0,07	< 0,08			
	cis 1,2-dichloroéthène	< 0,07	< 0,08			
	Chloroforme	< 0,07	< 0,72			
	Tétrachlorométhane	< 0,07	< 0,08			
	1,1,1-Dichloroéthane	< 0,07	0,8182	0,15		
	1,2-Dichloroéthane	< 0,07	0,7792	0,12		
	1,1,1-Trichloroéthane	< 0,07	< 0,08			
	1,1,2-Trichloroéthane	< 0,07	0,0819	0,08		
	Trichloroéthylène	< 0,02	< 0,02			
	Tétrachloroéthylène	< 0,07	0,2406	0,08		
	TPH Aliphatiques				OUI	Présence de composés organiques volatils
	Aliphatiques C5-C6	< 0,6	4909,0909	253,12		
	Aliphatiques >C6-C8	< 0,7	12876,7925	638,55		
	Aliphatiques >C8-C10	< 0,7	1071,8954	45,84		
	Aliphatiques >C10-C12	< 0,6	298,3871	13,63		
Aliphatiques >C12-C16	< 0,6	80,5153	4,46			
Aliphatiques Total C5-C16		17949,4683	1455,07			
TPH Aromatiques				OUI	Présence de composés organiques volatils	
Aromatiques C6-C7	< 0,018	14,42	0,41			
Aromatiques >C7-C8	< 0,04	10,71	0,97			
Aromatiques >C8-C10	< 0,7	55,54	6,01			
Aromatiques >C10-C12	< 0,6	7,66	0,99			
Aromatiques >C12-C16	< 0,6	< 0,9				
Aromatiques Total		67,44	11,59			

Tableau 87 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement long - organique

		Min	Max	Moyenne	Anomalies retenues	Commentaire
Type de prélèvement		Court				
µg/l - mg/m <sup>3</sup>	ETM				NON	Composé non détecté
	Mercure	< 0,0012	< 0,0017			

Tableau 88 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement court - mercure

		Min	Max	Moyenne	Anomalies retenues	Commentaire
Type de prélèvement		Long				
µg/l - mg/m3	ETM					
	Mercure	< 0,0003	0,0003	0,0003	NON	Composé égal à la LO Interférence laboratoire

Tableau 89 : Interprétation des résultats d'analyses des gaz de sol – prélèvement long – mercure

## 2. LE SCHÉMA CONCEPTUEL

Pour rappel, la nappe d'eau souterraine est avérée polluée par les investigations réalisées par URS. Lors du dégazage de la nappe, le gaz a dû être capté lors des prélèvements de gaz de sol. Par conséquent, il est considéré dans les paragraphes suivants une nappe d'eau souterraine impactée.

SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)			
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation					
Milieu contaminé	Substances dangereuses	Transfert	Voie d'exposition	Localisation	Usagers du site	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)			
SOLS	CARACTERES NON VOLATILS (8 ETM, HCT, HAP, BTEX)	Contact cutané	Pénétration percutanée	Sol sans recouvrement de surface	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (recouvrement des espaces verts)			
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (canalisations faites dans les règles de l'art)			
		Contact main/bouche	Ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (recouvrement des espaces verts)			
		Mise en suspension des particules	Inhalation de poussières, ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (recouvrement des espaces verts)			
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site	Jardin potager / arbre fruitier		NON (absence de voie de transfert)			
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS (Hg, HCT, HAP, BTEX)	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art)			
		Volatilisation	Inhalation de vapeur	Air en extérieur		OUI			
				Air en intérieur		OUI			
		GAZ DU SOL	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS (TPH, COHV, HAP, BTEX)	Perméation		Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art)
				Volatilisation		Inhalation de vapeur	Air en extérieur	OUI	
Air en intérieur	OUI								

Tableau 90 : Schéma conceptuel<sup>10</sup> - Données projet – partie 1/2  
BERRE – Cabot

<sup>10</sup> Le processus de perméation est un phénomène physique de transport des produits chimiques dans le sol, ou dissous dans l'eau du sol, à travers la paroi de la canalisation. A la sortie de la zone affectée par la perméation, l'eau est contaminée. Les risques liés à ce phénomène sont au niveau des hydrocarbures aromatiques (BTEX), des hydrocarbures halogénés (COHV) et des hydrocarbures légers (HCT C5-C10).



SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation		
Milieu contaminé	Substances dangereuses				Usagers du site	
EAUX SOUTERRAINES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Nappe d'eau à faible profondeur	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert)
		Utilisation des eaux souterraines	Utilisation des eaux souterraines (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			OUI
EAUX SUPERFICIELLES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Bassin et résurgence des eaux souterraines à travers les piézomètres utilisés pour la surveillance des eaux souterraines	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art.)
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert)
		Utilisation des eaux superficielles	Utilisation des superficielles (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			NON (absence voie de transfert)

Tableau 91 : Schéma conceptuel<sup>11</sup> - Données projet – partie 2/2  
BERRE – Cabot

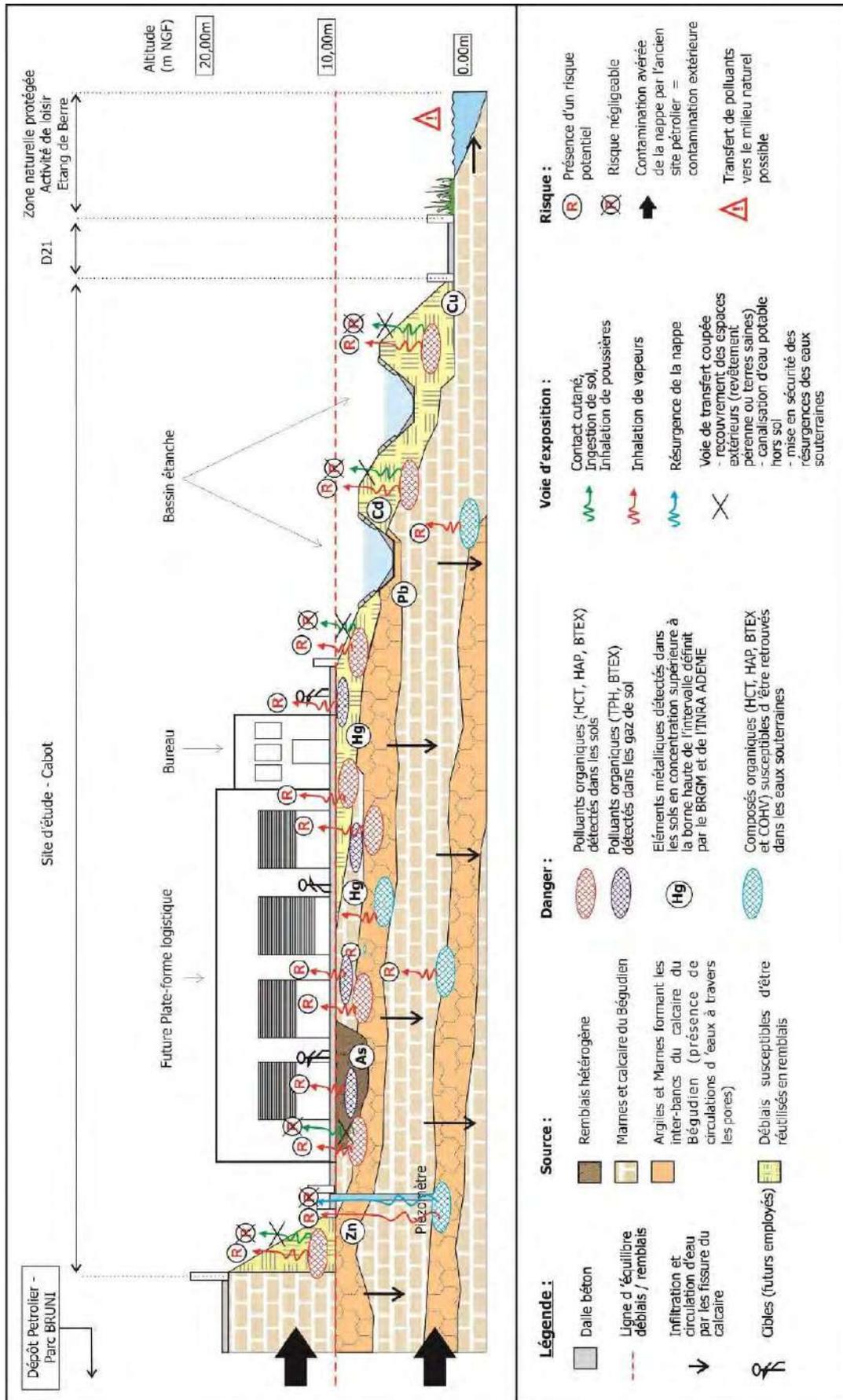


Figure 68 : Schéma conceptuel – Données projet  
 Plateforme logistique avec bureaux et espaces verts paysagers –  
 BERRE – Cabot - les 24, 25 et 26 avril 2019

## XIV. SEUILS DE COUPURE ET DE RÉHABILITATION

Le Plan de Gestion vise à étudier différentes mesures de gestion à mettre en place pour garantir la compatibilité entre l'état du site et l'usage prévu. Celles-ci regroupent :

- Des mesures de dépollution ;
- La mise **en œuvre** de restrictions **d'usage** ;
- Le choix de dispositions constructives.

La détermination des mesures de gestion les plus favorables **d'un point** de vue sanitaire et également **d'un point** de vue environnemental doit privilégier les actions suivantes :

- Dans un premier temps, **l'élimination** des sources de pollution ;

Une pollution concentrée (ou source de pollution) correspond à une pollution dont les concentrations en polluants peuvent être traitées par des techniques de dépollution. Elle correspond à un volume fini de milieu souterrain au sein duquel les concentrations en une ou plusieurs substances sont significativement supérieures aux concentrations de ces mêmes substances à proximité immédiate de la source de pollution.

Lorsqu'une telle pollution est rencontrée, la politique de gestion des risques préconise en premier lieu de rechercher les possibilités de suppression des pollutions et de leurs impacts.

L'analyse des risques sanitaires prédictive permet dans ce cas de valider les mesures de gestion déterminées dans le bilan coûts – avantages.

- Dans un deuxième temps, la désactivation des vecteurs de transfert.

À l'inverse, une pollution diffuse est caractérisée par la présence d'une ou plusieurs substances dont les concentrations sont relativement uniformes et impactent de grands volumes et de grandes surfaces **d'un ou** plusieurs milieux.

Lorsqu'une telle pollution est rencontrée, la politique de gestion des risques propose de comparer les valeurs aux valeurs de gestion et de vérifier par le biais **d'une l'analyse** des risques sanitaires prédictive si les concentrations mises en évidence sont **à l'origine** de risques sanitaires non acceptables. Dans le cas où les valeurs présentent un excès de risque sanitaire, les mesures de gestion porteront sur la suppression des voies de transferts.

---

### 1. DONNÉES D'ENTRÉE

Un arrêté préfectoral a été prescrit dans le cadre des travaux de réhabilitation du site CABOT relatif au plan de gestion réalisé par URS.

Il s'agit de l'arrêté préfectoral 167-2011 PC daté du 08 juin 2011 fixant les mesures de réhabilitation du site industriel et de gestion des sources de pollution en lien avec son activité historique.

Le seuil de dépollution en hydrocarbures totaux HCT C10-40 est fixé à 5 000 mg/kg de MS. Il est important de noter qu'en ce qui concerne les BTEX, les HAP et les HCT C5-C10, aucune valeur seuil n'a été fixée par la Préfecture des Bouches-du-Rhône.

Ainsi les seuils des autres paramètres doivent être déterminés.

La détermination de ces seuils permettra de vérifier si les travaux de dépollution réalisés dans le cadre de la réhabilitation du site ont été efficaces.

Les éléments traces métalliques observés notamment dans les terrains de surface correspondent à une pollution diffuse. Le projet prévoit de base la suppression des voies de transfert via le recouvrement de l'ensemble du site :

- Par un revêtement pérenne au droit des futures voiries et parking ;
- Par l'apport de terres saines pour l'ensemble des espaces verts paysagers.

## 2. RECHERCHE DE POLLUTION DITE CONCENTREE

### 2.1. Répartition des concentrations en polluants dans les sols

L'évolution de la distribution des concentrations en un composé au droit d'un même site permet de déterminer les différents paliers de pollution au droit d'un même site, c'est-à-dire différencier la pollution dite diffuse et la pollution dite concentrée.

- Pour les hydrocarbures C10-C40 :

Le graphique suivant correspond à la répartition des hydrocarbures HCT C10-C40.

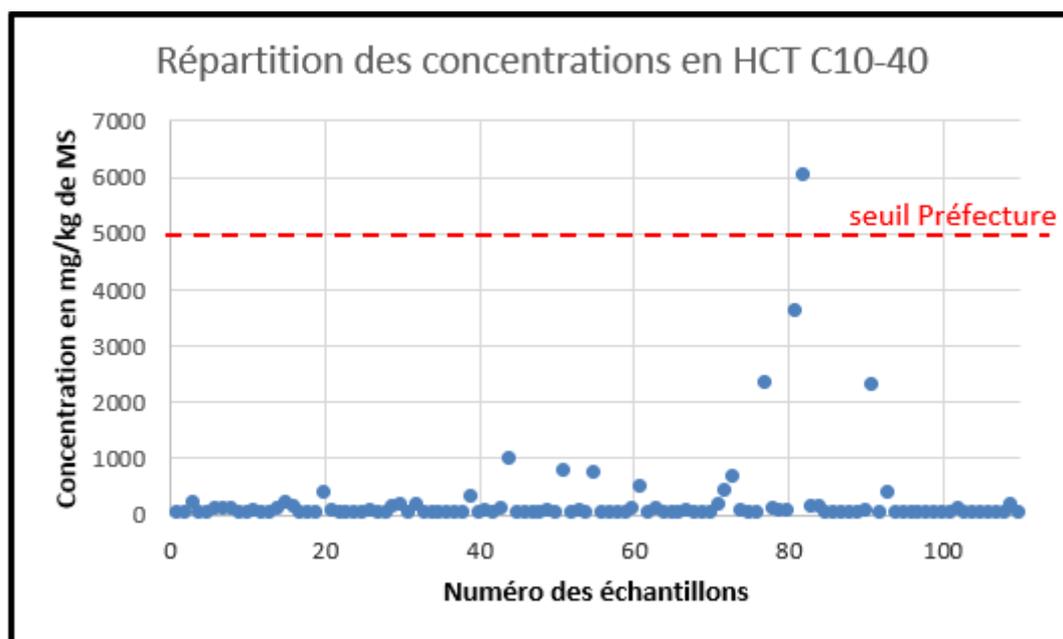


Figure 69 : Répartition des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C10-C40

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons entre 0 et 1 000 mg/kg de MS ;
- Quelques points isolés compris entre 1 000 et 5 000 mg/kg de MS. Il s'agit des échantillons PM67A, PM71A, PM76B ;
- Un unique point dépassant le seuil de 5 000 mg/kg de MS. Il s'agit de l'échantillon PM71B.

- Pour les hydrocarbures C5-C10 :

Le graphique suivant correspond à la répartition des hydrocarbures HCT C5-C10.

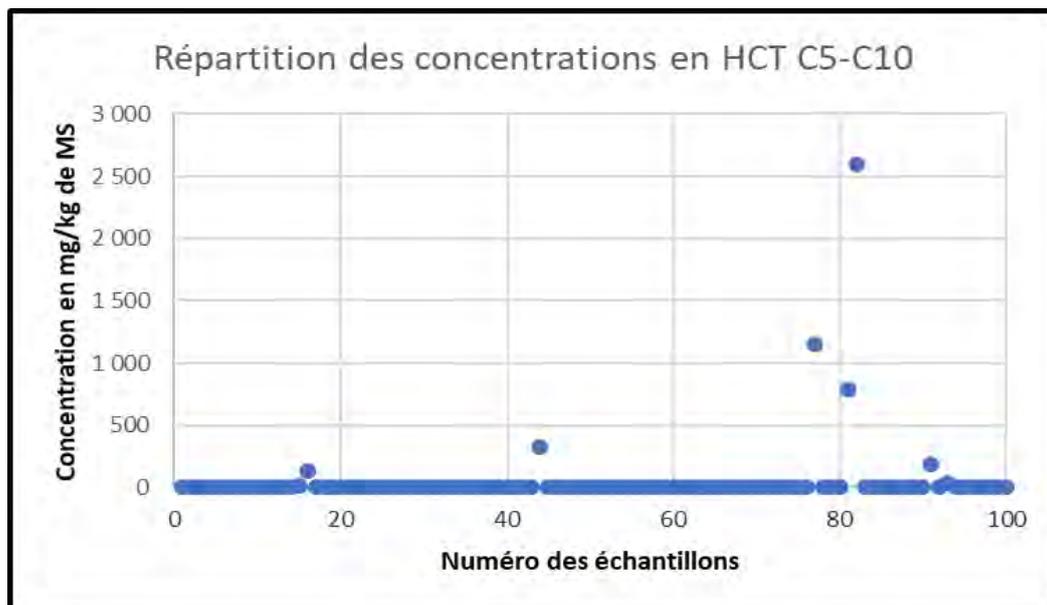


Figure 70 : Répartition des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C5-C10

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons entre 0 et 500 mg/kg de MS ;
- Quelques points isolés au-delà de 500 mg/kg de MS. Il s'agit des points PM67A, PM71A et PM71B.

- Pour les BTEX :

Le graphique suivant correspond à la répartition des BTEX.

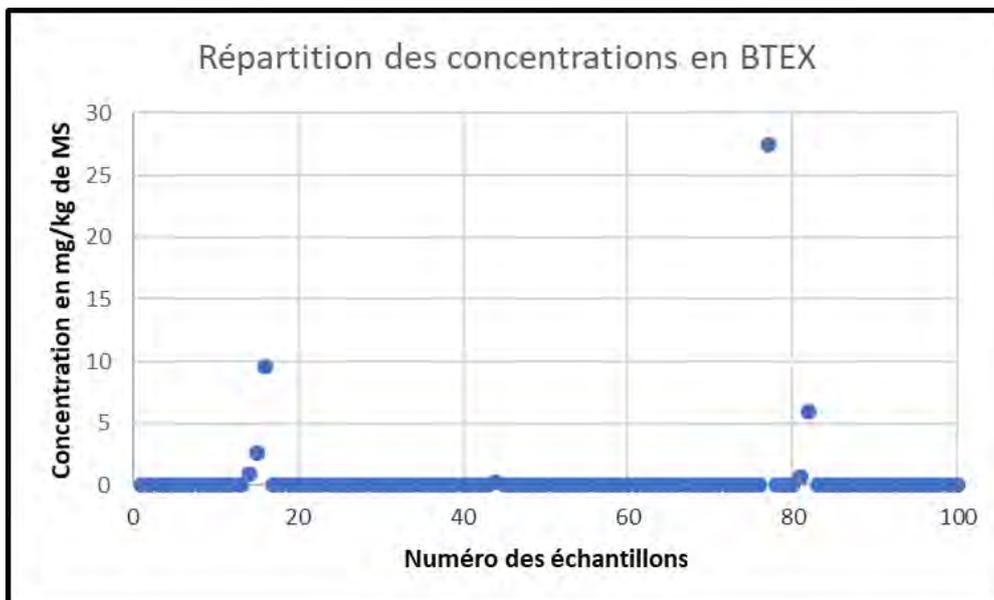


Figure 71 : Répartition des concentrations dans les sols en BTEX

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons entre 0 et 5 mg/kg de MS ;
- Quelques points isolés au-delà de 5 mg/kg de MS. Il s'agit des points PM12A, PM67A et PM71B.

➤ Pour les HAP :

Le graphique suivant correspond à la répartition des HAP.

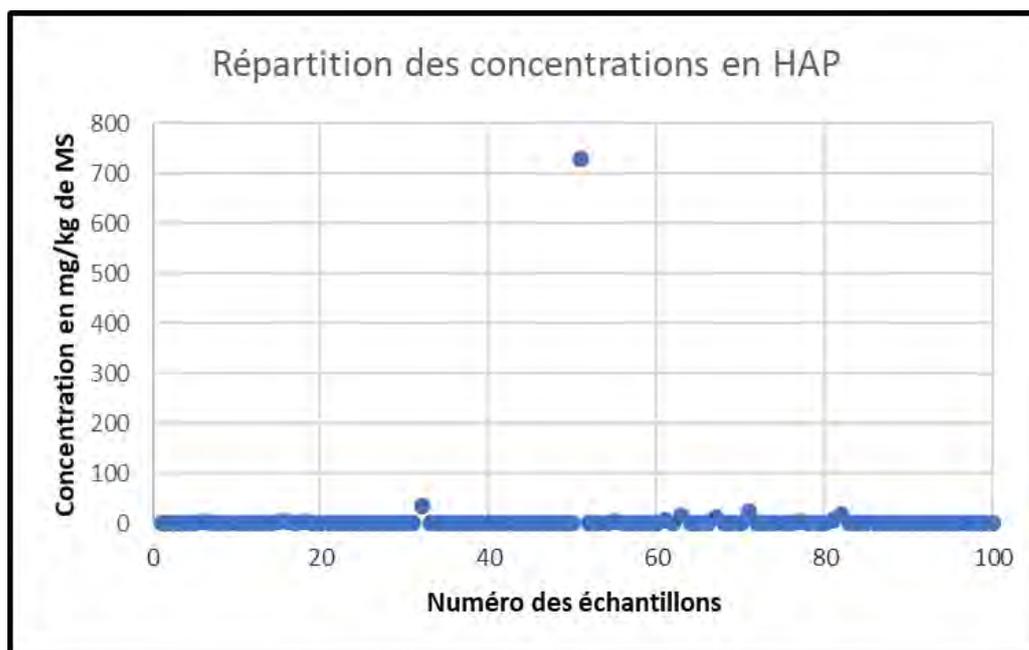


Figure 72 : Répartition des concentrations dans les sols en HAP

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons entre 0 et 100 mg/kg de MS ;
- Un point isolé au-delà de 100 mg/kg de MS. Il s'agit du point PM40A.

➤ En résumé

Il ressort de cette interprétation graphique la présence de pollution concentrée pour l'ensemble des composés recherchés et au moins un spot de pollution ne respectant pas le seuil fixé par l'arrêté préfectoral du 08 juin 2011 (5 000 mg/kg de MS en HCT C10-C40).

Sondage	HCT C10-C40 (Concentration inférieure à 1000 mg/kg de MS)	HCT C10-C40 (Concentration comprises entre 1 000 et 5 000 mg/kg de MS)	HCT C10-C40 (Concentration supérieure à 5 000 mg/kg de MS)	AUTRE IMPACT
PM67A		X		HCT C5-C10 + BTEX
PM71A		X		HCT C5-C10
PM71B			X	HCT C5-C10 + BTEX
PM76B		X		∅
PM40A	X			HAP

Tableau 92 : Synthèse des spots de pollution

## 2.2. Détermination de la distribution des polluants dans les sols au droit du site d'étude

Une étude statistique a permis de déterminer plusieurs ruptures de pente qui définissent des gammes de concentrations. Dans cette étude, les concentrations inférieures aux limites de quantifications du laboratoire n'ont pas été prises en compte.

- Pour les hydrocarbures C10-C40 :

Le graphique suivant représente les gammes de concentrations pour les hydrocarbures totaux HCT C10-C40.

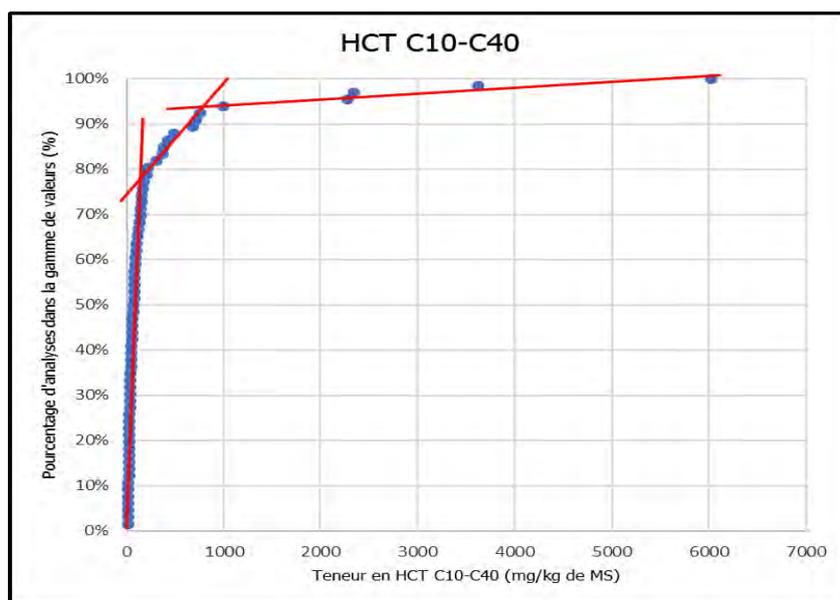


Figure 73 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C10-C40

La figure ci-dessus met en évidence 3 gammes de concentrations en Hydrocarbures C10-C40 :

- Un premier intervalle compris entre 0 et 300 mg/kg de MS englobant environ 80 % des résultats d'analyses ;
- Un deuxième intervalle compris entre 300 et 800 mg/kg de MS englobant environ 12 % des résultats d'analyses ;
- Un troisième intervalle de valeurs supérieures à 800 mg/kg de MS englobant environ 8 % des résultats d'analyses.

Ainsi il ressort du graphique la présence de pollution concentrée au droit de la zone **d'étude**.

- Pour les hydrocarbures C5-C10 :

Le graphique suivant représente les gammes de concentrations pour les hydrocarbures totaux HCT C5-C10.

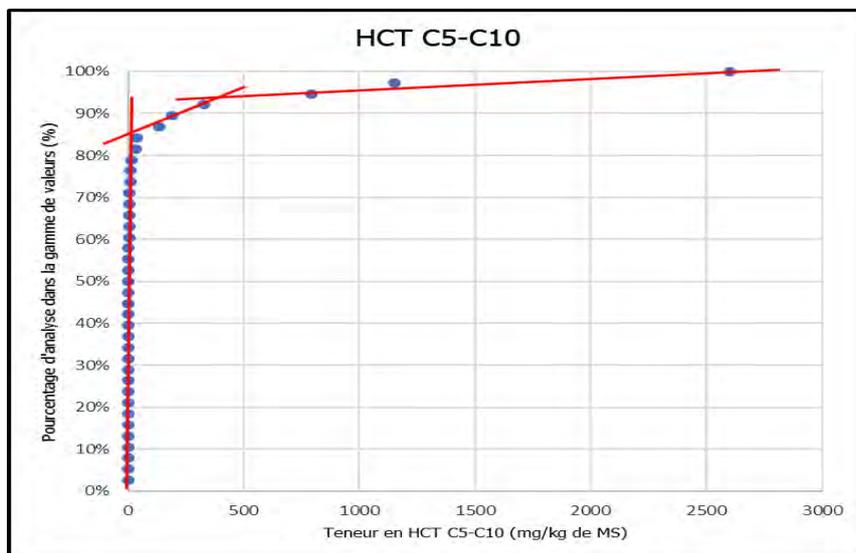


Figure 74 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en Hydrocarbures HCT C5-C10

La figure ci-dessus présente 3 gammes de concentration en Hydrocarbure C5-C10 :

- Un premier intervalle compris entre 0 et 100 mg/kg de MS englobant environ 84 % des résultats d'analyses ;
- Un deuxième intervalle compris entre 100 et 400 mg/kg de MS englobant environ 8 % des résultats d'analyses ;
- Un troisième intervalle de valeurs supérieures à 400 mg/kg de MS englobant environ 8 % des résultats d'analyses.

Ainsi il ressort du graphique la présence de pollution concentrée au droit de la zone **d'étude**.

- Pour les BTEX :

Le graphique suivant représente les gammes de concentrations pour les BTEX.

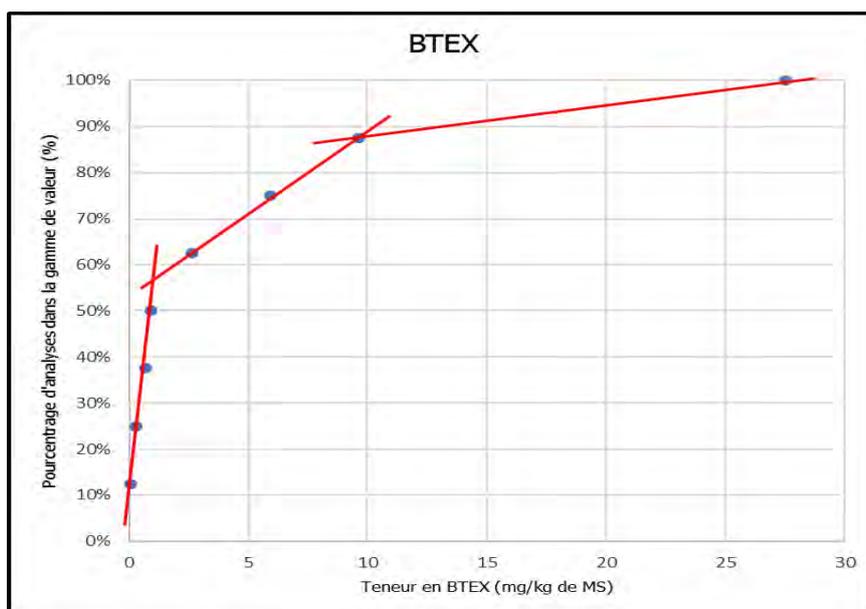


Figure 75 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en BTEX

La figure ci-dessus présente 3 gammes de concentration en BTEX :

- Un premier intervalle compris entre 0 et 1 mg/kg de MS englobant environ 50 % des résultats d'analyses ;

- Un deuxième intervalle compris entre 1 et 10 mg/kg de MS englobant environ 38 % des résultats d'analyses ;
- Un troisième intervalle de valeurs supérieures à 10 mg/kg de MS englobant environ 12 % des résultats d'analyses.

Ainsi il ressort du graphique la présence de pollution concentrée au droit de la zone **d'étude**.

- Pour les HAP :

Le graphique suivant représente les gammes de concentrations pour les HAP.

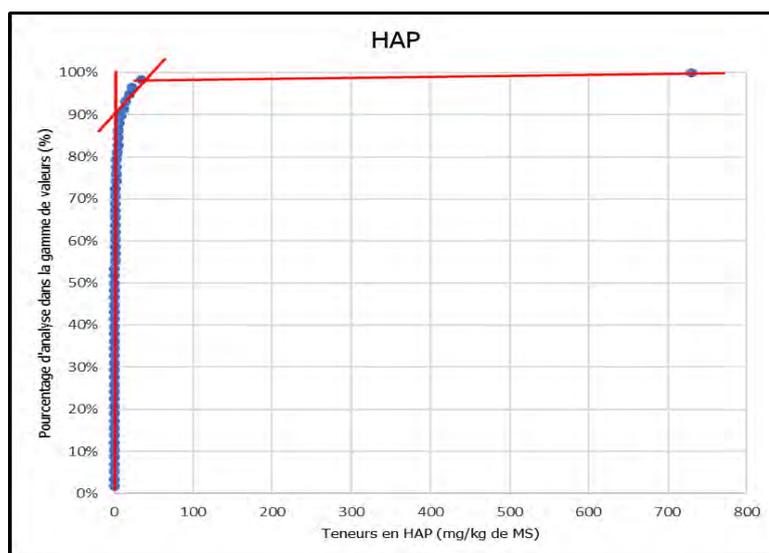


Figure 76 : Evolution de la distribution des concentrations dans les sols en HAP

La figure ci-dessus présente 3 gammes de concentration en BTEX :

- Un premier intervalle compris entre 0 et 10 mg/kg de MS englobant environ 90 % des résultats d'analyses ;
- Un deuxième intervalle compris entre 10 et 50 mg/kg de MS englobant environ 8 % des résultats d'analyses ;
- Un troisième intervalle de valeurs supérieures à 50 mg/kg de MS englobant environ 2 % des résultats d'analyses.

Ainsi il ressort du graphique la présence de pollution concentrée au droit de la zone **d'étude**.

### 2.3. Répartition des concentrations en polluants dans les gaz de sol

L'évolution de la distribution des concentrations en un composé au droit d'un même site permet de déterminer les différents paliers de pollution, c'est-à-dire différencier la pollution dite diffuse et la pollution dite concentrée.

Pour les paragraphes suivants, l'ensemble des résultats d'analyses a été pris en considération sans distinction des prélèvements courts et prélèvements longs.

#### ➤ Pour les TPH Aliphatiques :

Le graphique suivant correspond à la répartition des TPH Aliphatiques. Les valeurs inférieures à la limite de quantification ont été considérées comme nulles.

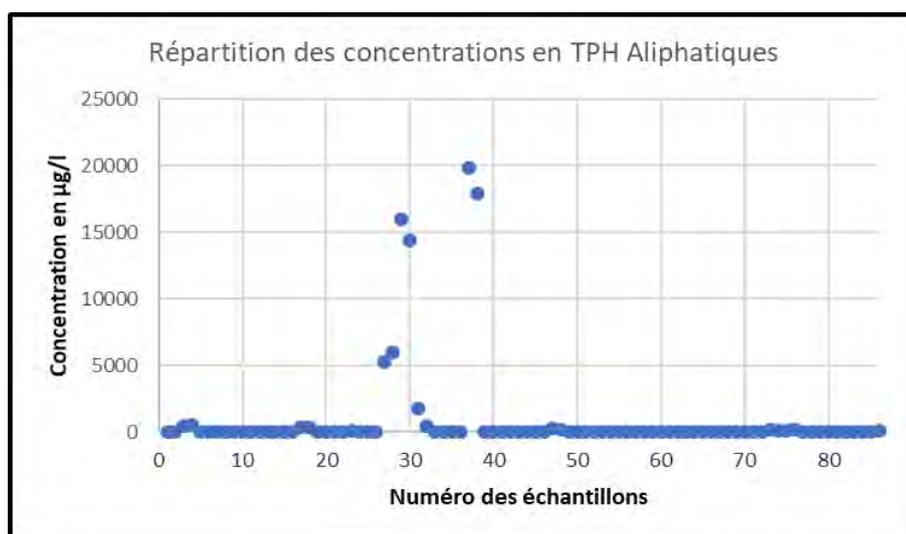


Figure 77 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les TPH Aliphatiques

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons entre 0 et 5 000 µg/l ;
- Quelques points isolés au-delà de 5 000 µg/l. Il s'agit des ouvrages Pza22, Pza23 et Pza27.

#### ➤ Pour les TPH Aromatiques

Le graphique suivant correspond à la répartition des TPH Aromatiques. Les valeurs inférieures à la limite de quantification ont été considérées comme nulles.

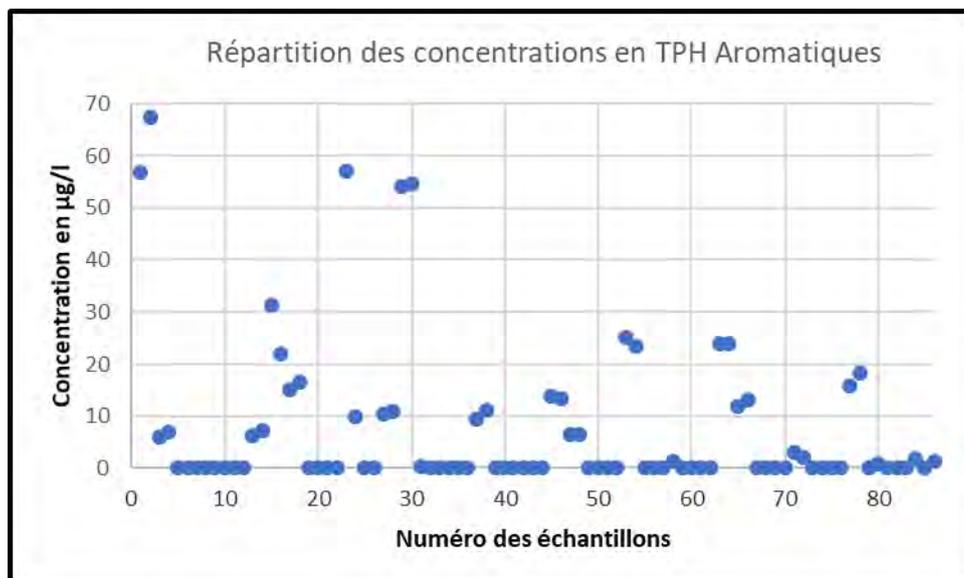


Figure 78 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les TPH Aromatiques

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons entre 0 et 30 µg/l ;
- Quelques points isolés au-delà de 30µg/l. Il s'agit des ouvrages Pza1, Pza11, Pza20 et Pza23.

➤ Pour les BTEX :

Le graphique suivant correspond à la répartition des BTEX.

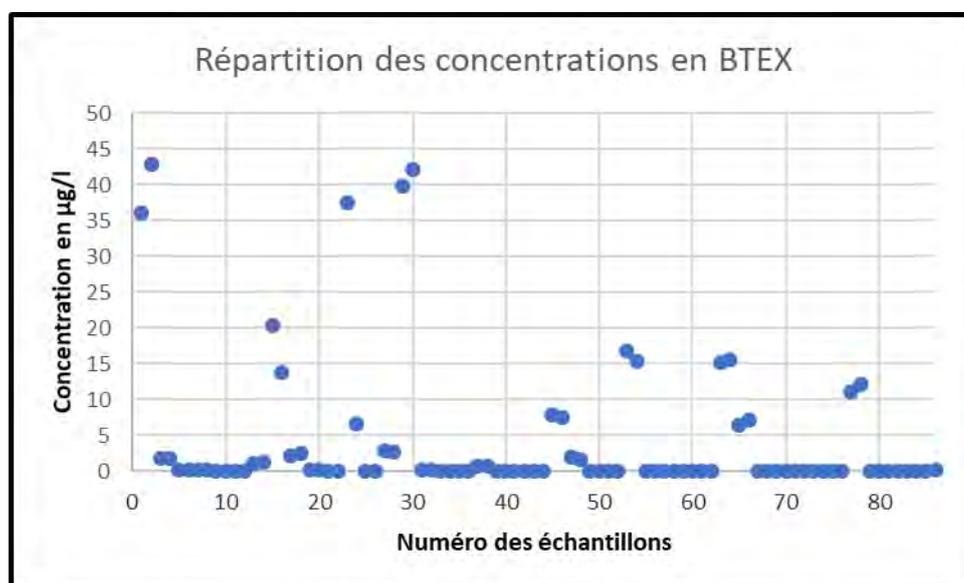


Figure 79 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les BTEX

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons entre 0 et 20 µg/l ;
- Quelques points isolés au-delà de 20 µg/l. Il s'agit des ouvrages Pza1, Pza20 et Pza23.

➤ Pour le naphthalène

Le graphique suivant correspond à la répartition du naphthalène.

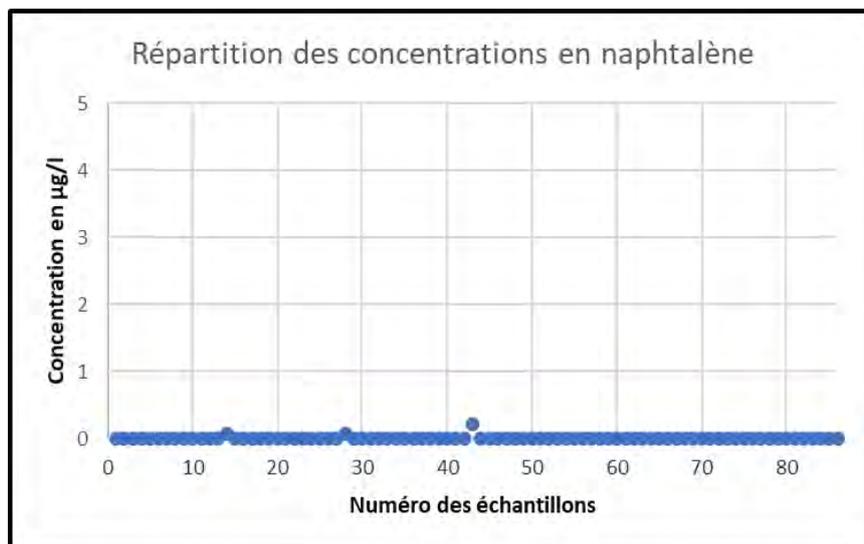


Figure 80 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour le naphtalène

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons égal à la limite de quantification du laboratoire ;
- Trois points au-delà de la limite de quantification du laboratoire. Il s'agit des ouvrages Pza9, Pza22 et Pza30.

Au regard des résultats, aucun spot de pollution concentré n'a été identifié.

➤ Pour les COHV

Le graphique suivant correspond à la répartition des COHV.

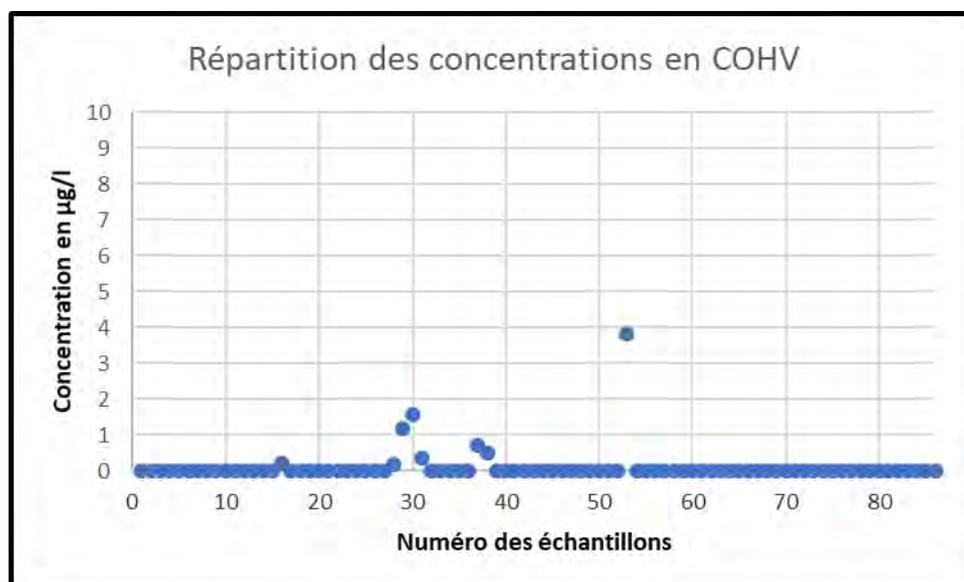


Figure 81 : Répartition des concentrations en gaz de sol pour les COHV

Le graphique fait apparaître :

- Un pool d'échantillons égal à la limite de quantification du laboratoire.
- Un point isolé au-delà de 3 µg/l. Il s'agit de l'ouvrage Pza42.

Au regard des résultats, aucun spot de pollution concentré n'a été identifié.

## 2.4. Détermination de la distribution des polluants dans les gaz du sol au droit du site d'étude

Une étude statistique a permis de déterminer plusieurs ruptures de pente qui définissent des gammes de concentrations. Dans cette étude, les concentrations inférieures aux limites de quantifications du laboratoire ont été considérées comme nulles.

- Pour les TPH Aliphatiques :

Le graphique suivant représente les gammes de concentrations pour les TPH aliphatiques.

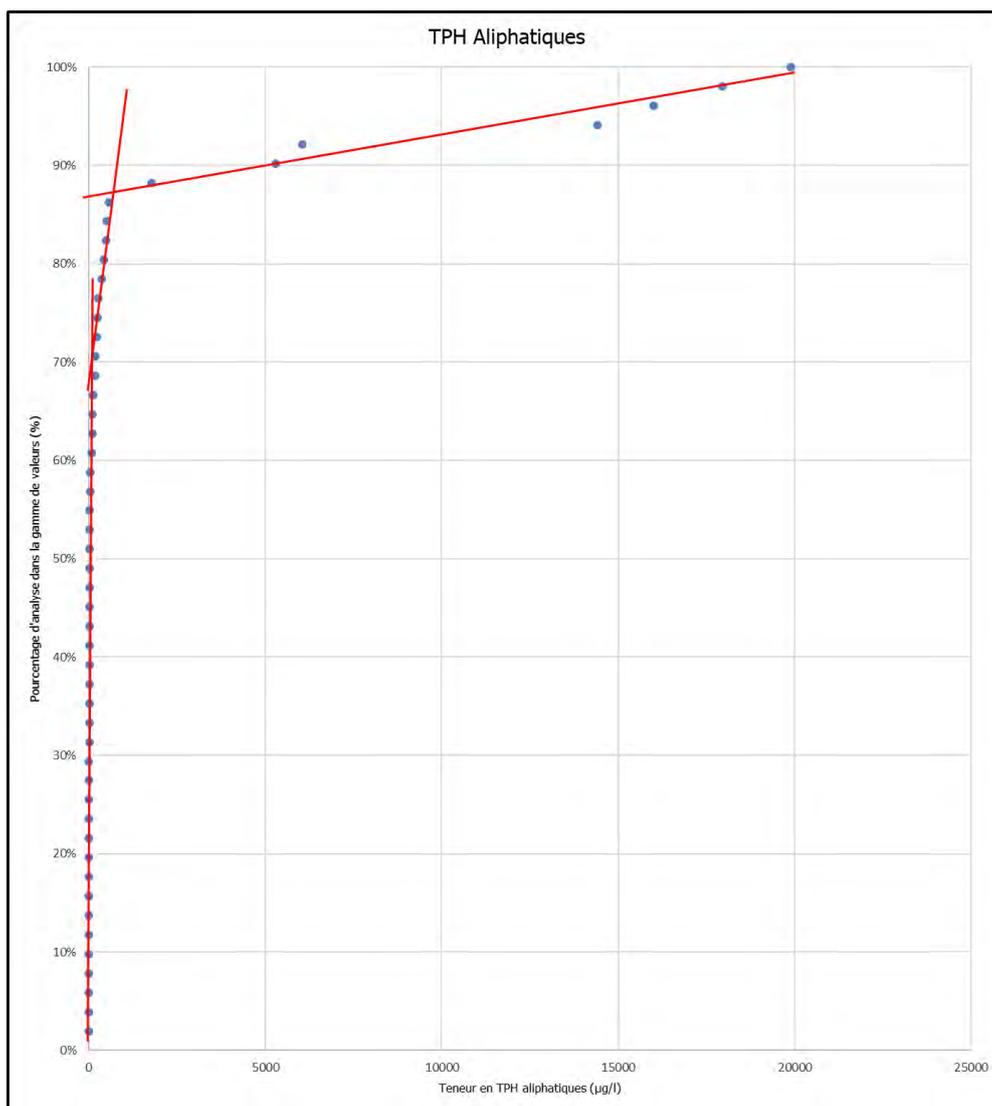


Figure 82 : Evolution de la distribution des concentrations dans les gaz de sol en TPH Aliphatiques

La figure ci-dessus présente 3 gammes de concentrations en Hydrocarbure C10-C40 :

- Un premier intervalle compris entre 0 et 175 µg/l englobant environ 70 % des résultats d'analyses ;
- Un deuxième intervalle compris entre 175 et 1 000 µg/l englobant environ 15 % des résultats d'analyses ;
- Un troisième intervalle de valeurs supérieures à 1 000 µg/l englobant environ 15 % des résultats d'analyses.

Ainsi il ressort du graphique la présence de pollution concentrée au droit de la zone **d'étude**.

- Pour les TPH Aromatiques

Le graphique suivant représente les gammes de concentrations pour les TPH Aromatiques.

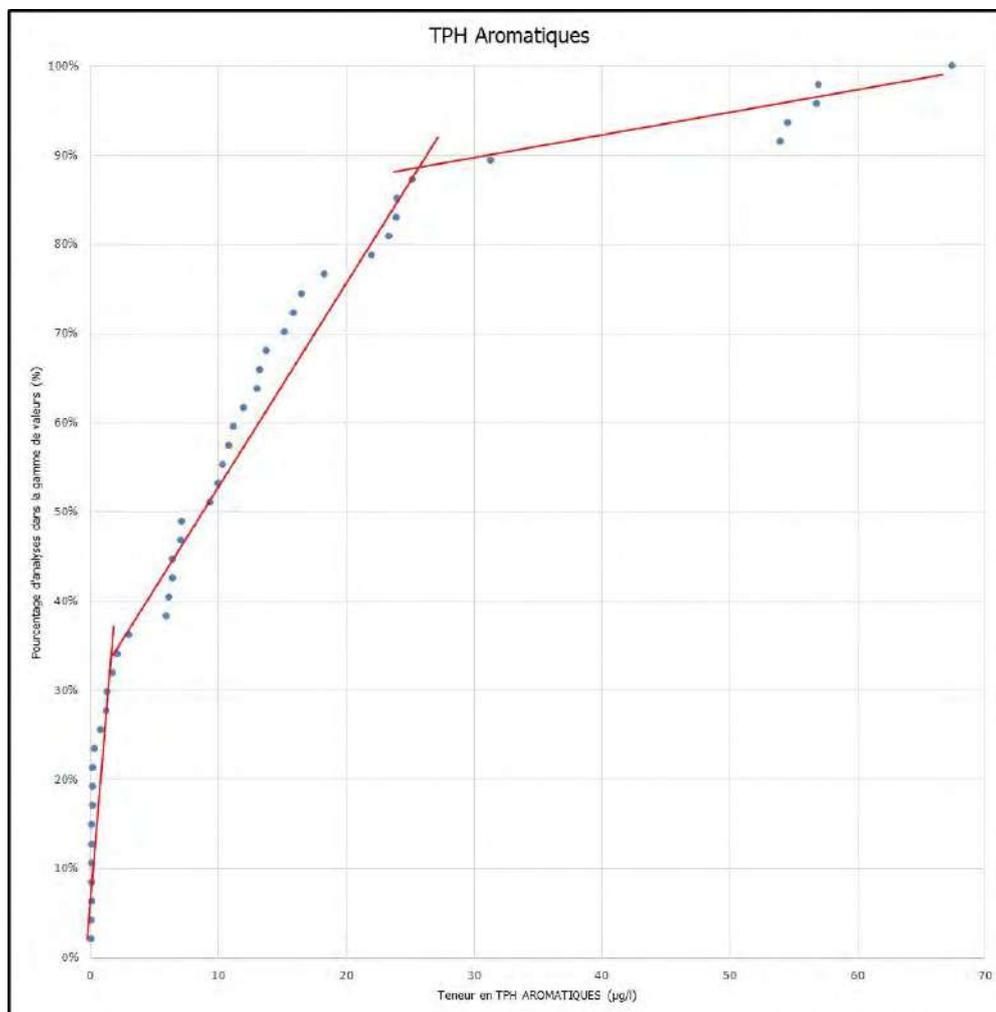


Figure 83 : Evolution de la distribution des concentrations dans les gaz de sol en TPH Aromatiques

La figure ci-dessus présente 3 gammes de concentrations en TPH Aromatiques :

- Un premier intervalle compris entre 0 et 2 µg/l englobant environ 35 % des résultats d'analyses ;
- Un deuxième intervalle compris entre 2 et 30 µg/l englobant environ 50 % des résultats d'analyses ;
- Un troisième intervalle de valeurs supérieures à 30 µg/l englobant environ 15 % des résultats d'analyses.

Ainsi il ressort du graphique la présence de pollution concentrée au droit de la zone **d'étude**.

- Pour les BTEX :

Le graphique suivant représente les gammes de concentrations pour les BTEX.

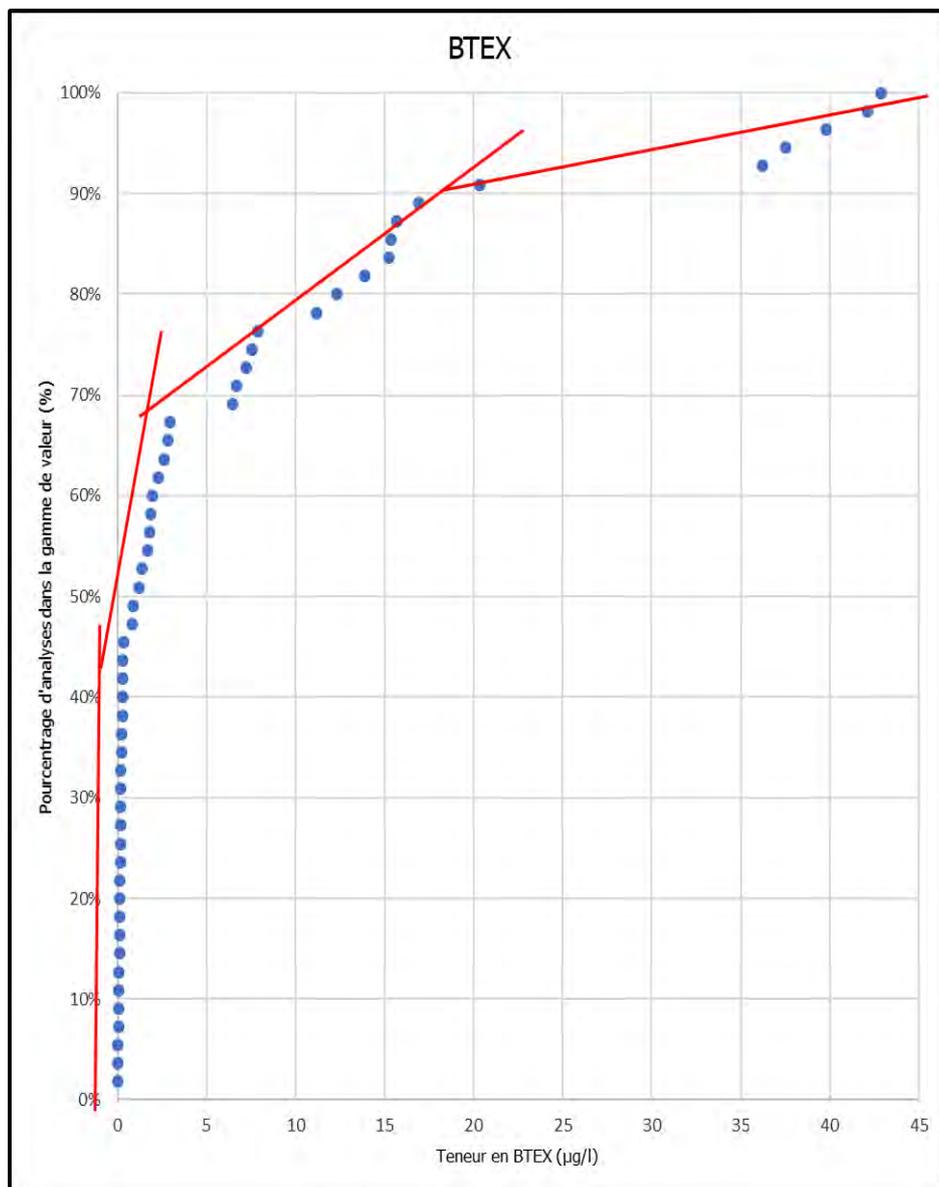


Figure 84 : Evolution de la distribution des concentrations dans les gaz de sol en BTEX

La figure ci-dessus présente 4 gammes de concentration en BTEX :

- Un premier intervalle compris entre 0 et 0,5 µg/l englobant environ 45 % des résultats d'analyses ;
- Un deuxième intervalle compris entre 0,5 et 3 µg/l englobant environ 20 % des résultats d'analyses ;
- Un troisième intervalle compris entre 3 et 25 µg/l englobant environ 25 % des résultats d'analyses ;
- Un quatrième intervalle de valeurs supérieures à 25 µg/l englobant environ 10 % des résultats d'analyses.

Ainsi il ressort du graphique la présence de pollution concentrée au droit de la zone d'étude.

- En résumé :

Il ressort des représentations précédentes la présence de pollution concentrée pour certains composés recherchés dans les gaz de sol.

Paramètre	Valeur du seuil le plus haut (µg/l)	Echantillon présentant une valeur supérieure au seuil	Synthèse des échantillons présentant des impacts
TPH Aliphatiques	1 000	Pza22 Pza23 Pza24 Pza27	Pza1 Pza11 Pza20 Pza22 Pza23 Pza24 Pza27
TPH Aromatiques	30	Pza1 Pza11 Pza20 Pza23	
BTEX	25	Pza1 Pza20 Pza23	
Naphtalène	Absence d'impact	∅	
COHV	Absence d'impact	∅	

Tableau 93 : Synthèse des spots de pollution dans les gaz de sol

L'étude de la répartition des concentrations en polluants et de l'évolution de la distribution des concentrations a permis de mettre en évidence la présence de plusieurs spots de pollution concentrée au droit de la zone d'étude induisant la nécessité de déterminer des seuils de coupure.

### 3. DÉTERMINATION DES SEUILS DE COUPURE

#### 3.1. Quantification de la masse de polluant dans les sols

La quantification de la masse de polluant permet de définir les seuils de coupure. Il est alors intéressant de déterminer la relation entre masse de polluant et volume de sol selon différentes gammes de concentrations. Le but de cette approche est de dépolluer un minimum de volume de sol tout en retirant un maximum de pollution.

- Pour les hydrocarbures C10-C40 :

Le seuil de dépollution a été fixé par la Préfecture à 5 000 mg/kg de MS.

Plage de concentrations mg/kg MS			Combien d'échantillon dans la gamme	Volume de sol par gamme (m3)	% volume de sol gamme (m3)	% volume cumulé de sol	Masse de polluants par gamme (t)	% masse de polluants par gamme	% masse de polluants cumulées	ratio % masse polluant sur %volume de sol
0	-	100	84	385043,8	76,4	100,0	17	10,22	100,00	0,13
100	-	500	18	82509,4	16,4	23,6	28	17,27	89,78	1,06
500	-	1000	4	18335,4	3,6	7,3	22	13,16	72,51	3,62
1000	-	2500	2	9167,7	1,8	3,6	33	20,05	59,35	11,03
2500	-	5000	1	4583,9	0,9	1,8	23	14,26	39,30	15,68
5000	-	10000	1	4583,9	0,9	0,9	41	25,04	25,04	27,54

Tableau 94 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en HCT C10-C40



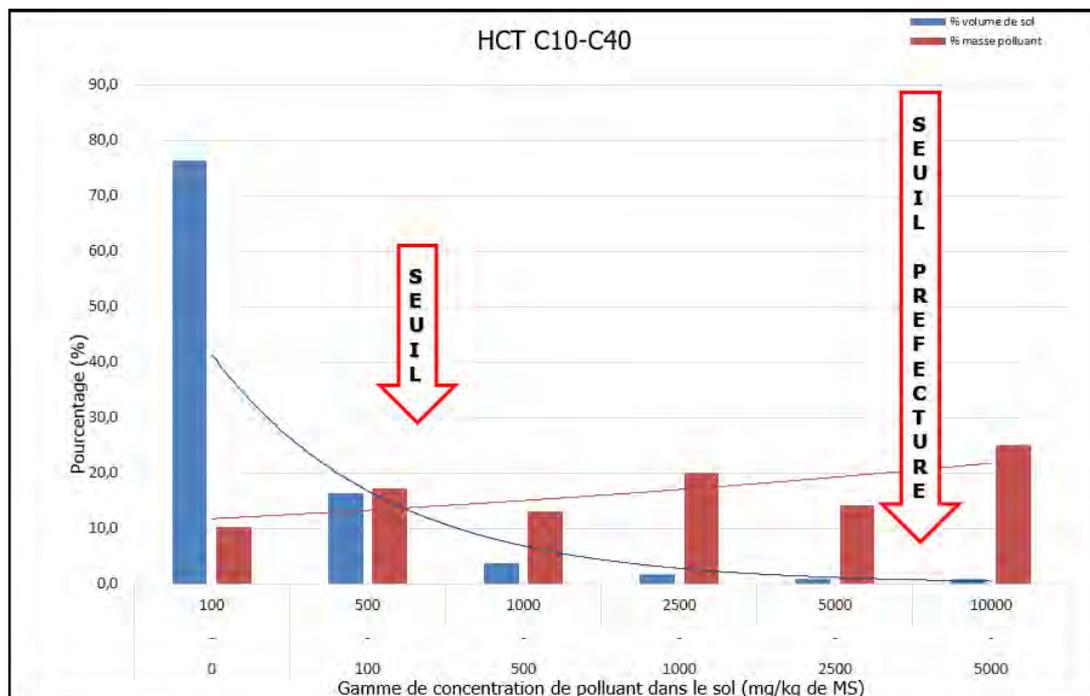


Figure 85 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en HCT C10-C40 contenue dans les plages de concentrations

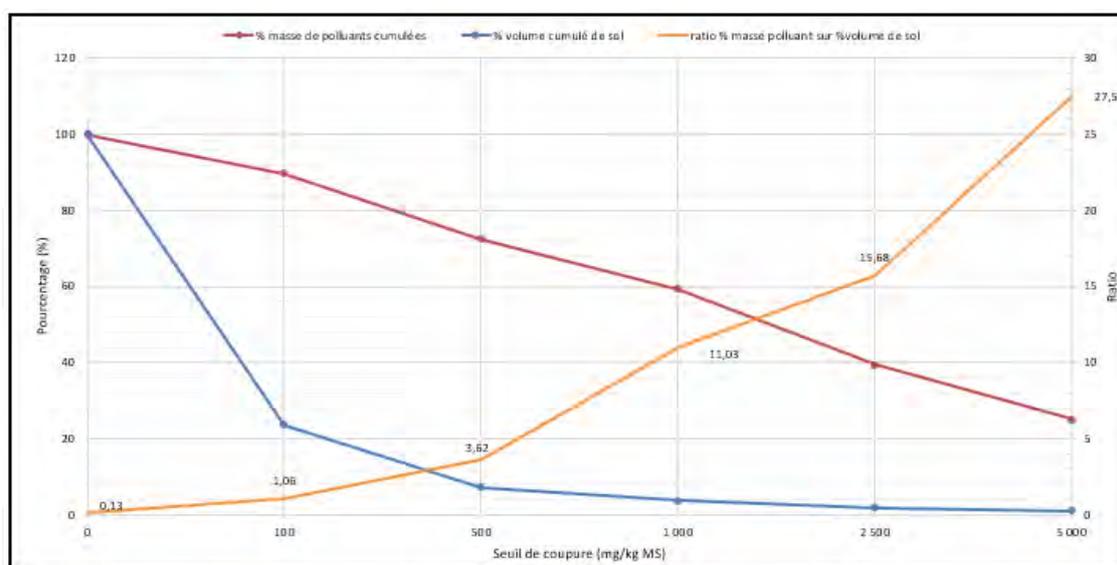


Figure 86 : Détermination du seuil de coupure pour les HCT C10-C40

Les figures ci-dessus montrent que :

- Le seuil de coupure théorique est estimé à environ 500 mg/kg de MS. Il s'agit de la valeur combinant les points suivants :
  - Le pourcentage de polluant est plus élevé que le pourcentage de volume de sol de la gamme de concentration correspondante ;
  - L'écart entre le pourcentage cumulé de masse de polluant et le pourcentage cumulé de volume de sol est le plus élevé ;
  - Le ratio du pourcentage de la masse de polluant sur le pourcentage de volume de sol devient nettement supérieur à 1. Dans le cas présent, 3,6.

Le seuil de dépollution retenu néanmoins reste à 5 000 mg/kg de MS conformément aux attentes de la Préfecture.

Au regard du bilan massique, il ressort que :

- En considérant un seuil de coupure à 500 mg/kg de MS, 72 % de la masse totale de polluant (HCT C10-C40) sont contenus dans 7,3 % de volume de sol total ;

- En considérant le seuil de dépollution à 5 000 mg/kg de MS (Préfecture), 25 % de la masse totale de polluant (HCT C10-C40) sont contenus dans 0,9 % de volume de sol total

➤ Pour les hydrocarbures C5-C10 :

Plage de concentrations mg/kg MS	Combien d'échantillon dans la gamme	Volume de sol par gamme (m3)	% volume de sol gamme (m3)	% volume cumulé de sol	Masse de polluants par gamme (t)	% masse de polluants par gamme	% masse de polluants cumulés	ratio % masse polluant sur %volume de sol
0 - 10	101	462969,3	91,8	100,0	1,208	3,21	100,00	0,03
10 - 100	3	13751,6	2,7	8,2	0,600	1,59	96,79	0,58
100 - 300	2	9167,7	1,8	5,5	2,290	6,09	95,19	3,35
300 - 1000	2	9167,7	1,8	3,6	7,377	19,60	89,11	10,78
1000 - 3000	2	9167,7	1,8	1,8	26,155	69,50	69,50	38,23

Tableau 95 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en HCT C5-C10

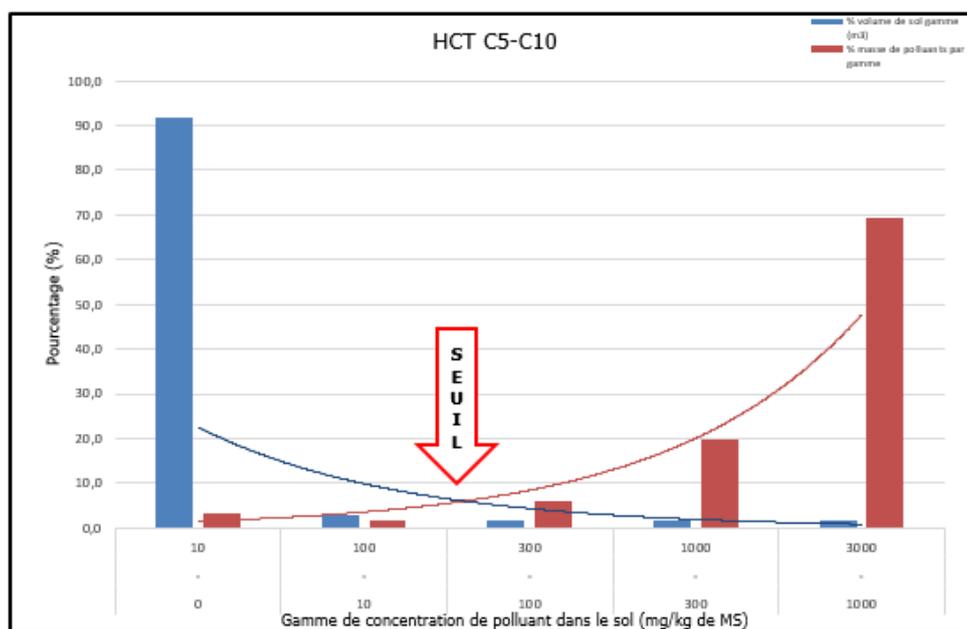


Figure 87 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en HCT C5-C10 contenue dans les plages de concentrations

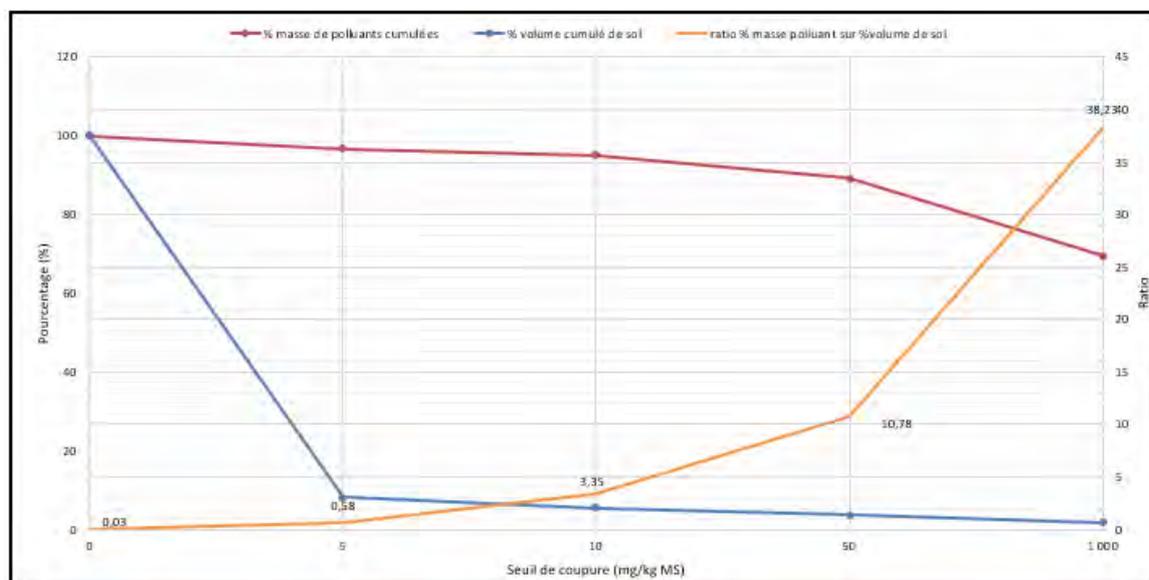


Figure 88 : Détermination du seuil de coupure pour les HCT C5-C10



Les figures ci-dessus montrent que le seuil de coupure théorique est estimé à 100 mg/kg de MS. Il s'agit de la valeur combinant les points suivants :

- Le pourcentage de polluant est plus élevé que le pourcentage de volume de sol de la gamme de concentration correspondante ;
- L'écart entre le pourcentage cumulé de masse polluant et le pourcentage cumulé de volume de sol est le plus élevé ;
- Le ratio du pourcentage de la masse de polluant sur le pourcentage de volume de sol devient nettement supérieur à 1. Dans le cas présent, 3,4.

Au regard du bilan massique, et en considérant un seuil de coupure à 100 mg/kg de MS, il ressort que 95 % de la masse totale de polluant (HCT C5C-10) sont contenus dans 5,5 % de volume de sol total.

➤ Pour les BTEX :

Plage de concentrations mg/kg MS	Combien d'échantillon dans la gamme	Volume de sol par gamme (m3)	% volume de sol gamme (m3)	% volume cumulé de sol	Masse de polluants par gamme (t)	% masse de polluants par gamme	% masse de polluants cumulées	ratio % masse polluant sur %volume de sol
0 - 1	106	485888,6	96,4	100,0	0,050	13,27	100,00	0,14
1 - 5	1	4583,9	0,9	3,6	0,017	4,45	86,73	4,89
5 - 10	2	9167,7	1,8	2,7	0,110	29,22	82,29	16,07
10 - 50	1	4583,9	0,9	0,9	0,200	53,07	53,07	58,38

Tableau 96 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en BTEX

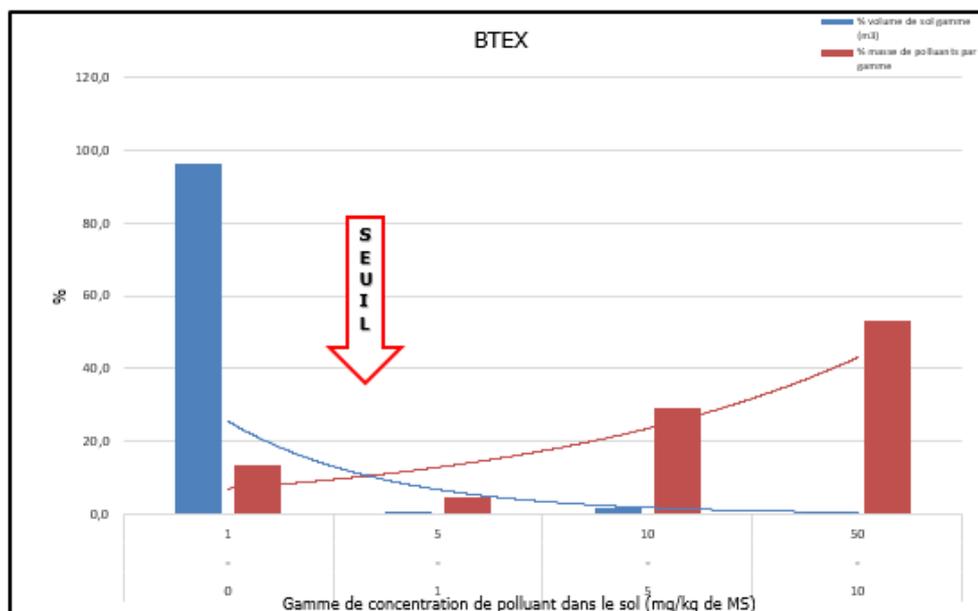


Figure 89 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en BTEX contenue dans les plages de concentrations

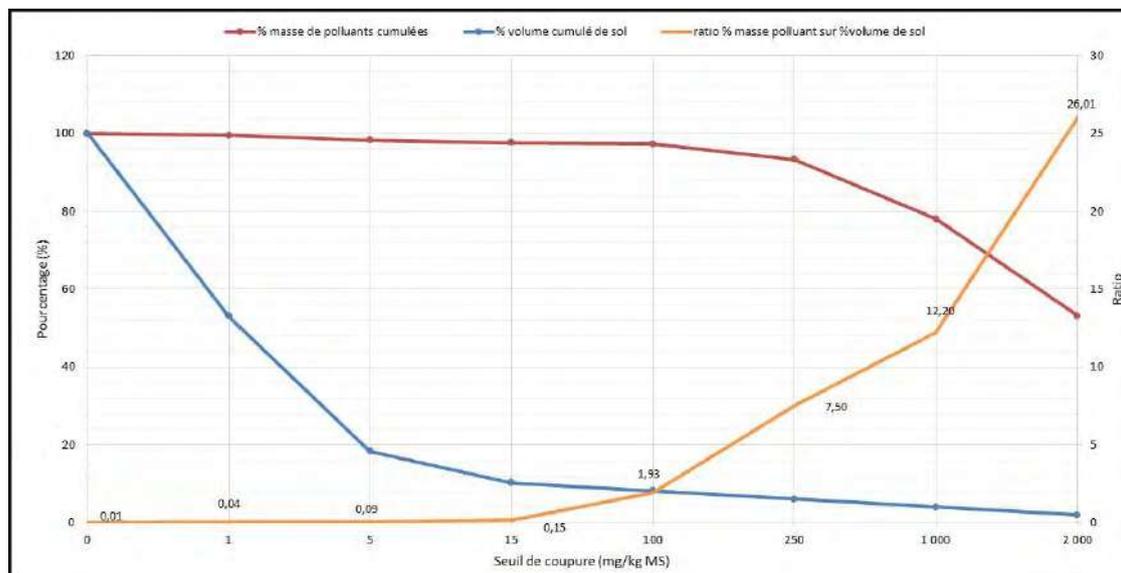


Figure 90 : Détermination du seuil de coupure pour les BTEX

Les figures ci-dessus montrent que le seuil de coupure théorique est estimé à 1 mg/kg de MS. Il s'agit de la valeur combinant les points suivants :

- Le pourcentage de polluant est plus élevé que le pourcentage de volume de sol de la gamme de concentration correspondante ;
- L'écart entre le pourcentage cumulé de masse polluant et le pourcentage cumulé de volume de sol est le plus élevé ;
- Le ratio du pourcentage de la masse de polluant sur le pourcentage de volume de sol devient nettement supérieur à 1. Dans le cas présent, 4,9.

Au regard du bilan massique, et en considérant un seuil de coupure à 1 mg/kg de MS, il ressort que 86 % de la masse totale de polluant (BTEX) sont contenus dans 3,6 % de volume de sol total.

➤ Pour les HAP :

Plage de concentrations mg/kg MS	Combien d'échantillon dans la gamme	Volume de sol par gamme (m3)	% volume de sol gamme (m3)	% volume cumulé de sol	Masse de polluants par gamme (t)	% masse de polluants par gamme	% masse de polluants cumulées	ratio % masse polluant sur % volume de sol
0 - 5	102	467553,2	92,7	100,0	0,399	7,06	100,00	0,08
5 - 10	2	9167,7	1,8	7,3	0,101	1,78	92,94	0,98
10 - 50	5	22919,3	4,5	5,5	0,759	13,45	91,15	2,96
50 - 1000	1	4583,9	0,9	0,9	4,385	77,70	77,70	85,47

Tableau 97 : Quantification des volumes de sol et des masses de polluants associés en HAP

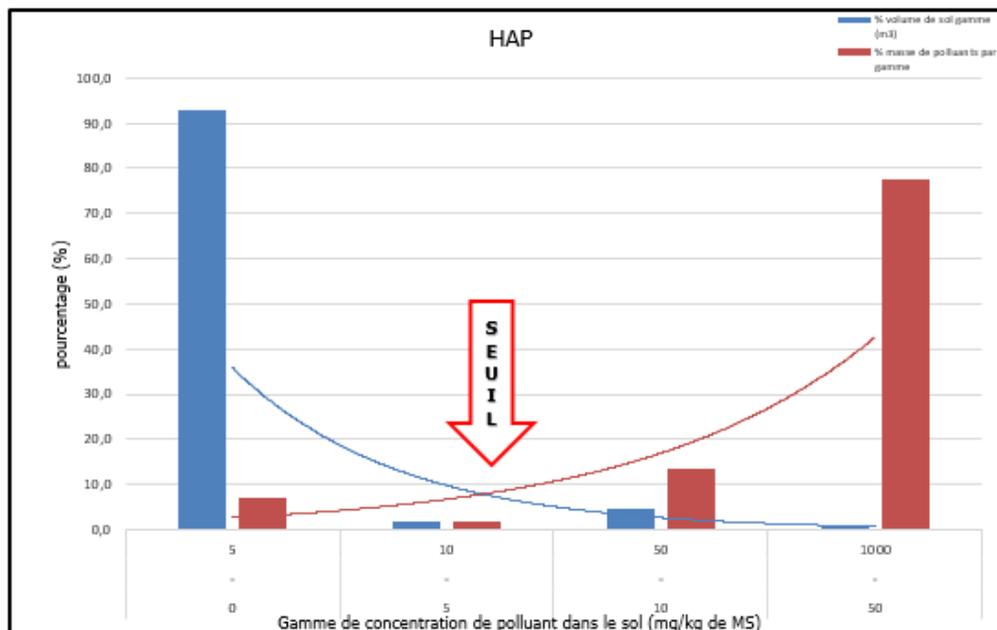


Figure 91 : Evolution du pourcentage de volume de sol et du pourcentage de la masse de polluant en HAP contenue dans les plages de concentrations

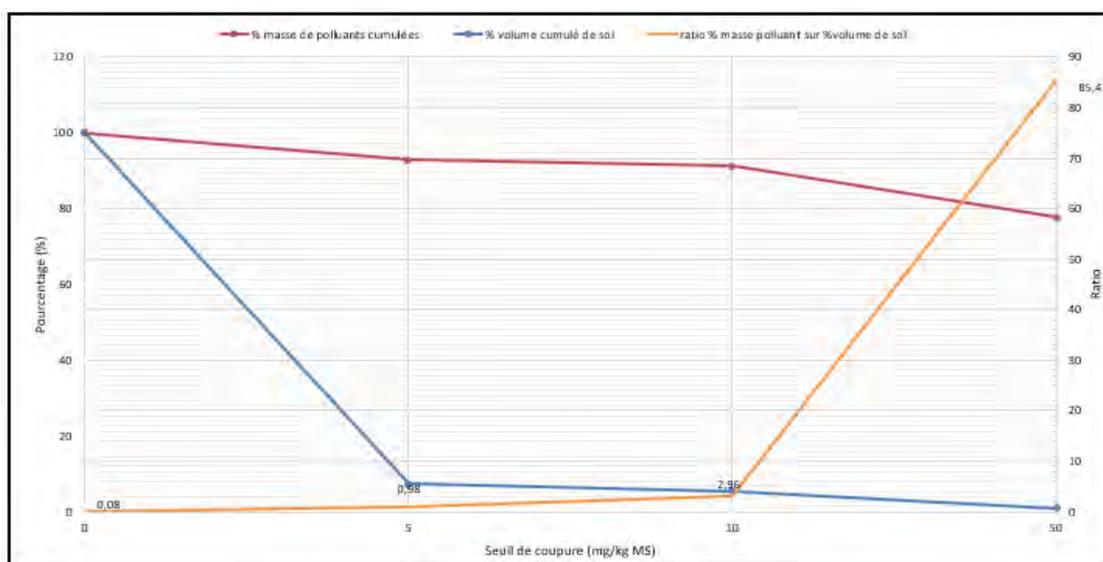


Figure 92 : Détermination du seuil de coupure pour les HAP

Les figures ci-dessus montrent que le seuil de coupure théorique est estimé à 10 mg/kg de MS. Il s'agit de la valeur combinant les points suivants :

- Le pourcentage de polluant est plus élevé que le pourcentage de volume de sol de la gamme de concentration correspondante ;
- L'écart entre le pourcentage cumulé de masse polluant et le pourcentage cumulé de volume de sol est le plus élevé ;
- Le ratio du pourcentage de la masse de polluant sur le pourcentage de volume de sol devient nettement supérieur à 1. Dans le cas présent, 3.

Au regard du bilan massique, et en considérant un seuil de coupure à 1 mg/kg de MS, il ressort que 91 % de la masse totale de polluant (HAP) sont contenus dans 5,5 % de volume de sol total.

➤ En résumé :

Il ressort de la présence de pollution concentrée pour l'ensemble des composés recherchés et au moins un spot de pollution ne respectant pas le seuil fixé par l'arrêté préfectoral du 08 juin 2011.

Paramètre	Seuil calculé (mg/kg de MS)	Echantillon présentant une valeur supérieure au seuil	Synthèse des échantillons présentant des impacts	Seuil Préfecture (mg/kg de MS)	Echantillon présentant une valeur supérieure au seuil de la Préfecture	Synthèse des échantillons présentant des impacts
HCT C10-C40	500	PM30A PM40A PM44A PM63A PM67A PM71A PM71B PM76B	PM11B PM12A PM23A PM30A PM33A PM40A PM44A PM53A PM57A PM61A PM63A PM67A PM71A PM71B PM76B	5 000	PM71B	PM11B PM12A PM23A PM33A PM40A PM53A PM57A PM61A PM67A PM71A PM71B PM76B
HCT C5-C10	100	PM12A PM33A PM67A PM71A PM71B PM76B		Sans objet	Indéterminé	
BTEX	1	PM11B PM12A PM67A PM71B		Sans objet	Indéterminé	
HAP	10	PM23A PM40A PM53A PM57A PM61A		Sans objet	Indéterminé	

Tableau 98 : Synthèse des spots de pollution



### 3.2. Localisation des impacts

Les sondages et piézais présentant des concentrations supérieures aux seuils de coupure définis précédemment sont représentés sur la figure ci-dessous.

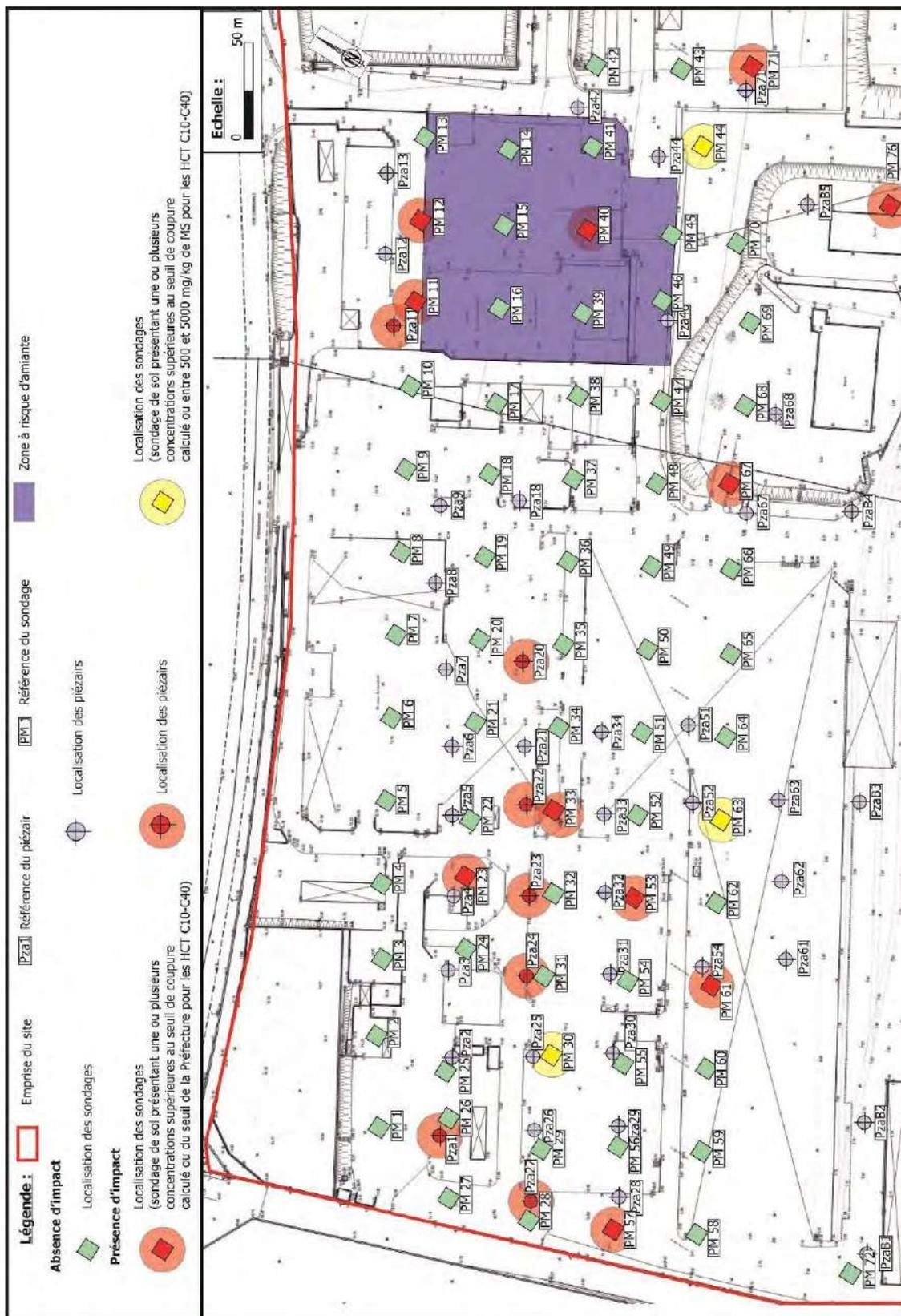


Figure 93 : Localisation des impacts  
 BERRE-L'ÉTANG - Cabot

Source fond : plan géométrique - état des lieux - SCP FRAISSE - ARNEL - DE COMBARIEU - janvier 2010

## XV. ÉVALUATION PRÉDICTIVE DES RISQUES SANITAIRES

La présente analyse des enjeux sanitaires est menée de manière à déterminer si les concentrations résiduelles en polluants mesurées suite aux travaux de dépollution sont compatibles avec **l'usage** projeté. **L'évaluation** a été réalisée en considérant un recouvrement des terres de surface au droit des futurs espaces de pleine terre.

La méthodologie générale de **l'analyse** des enjeux sanitaires est donnée en annexe 17.

### 1. DESCRIPTION DES SCÉNARIOS RETENUS ET DES **VOIES D'EXPOSITION**

Au vu des données disponibles à ce jour, trois scénarios « source de pollution-transfert-enjeux » seront présents pour ce projet.

Ces scénarios d'**exposition** prennent en compte les aménagements projetés, les enjeux (cibles humaines) identifiés, ainsi que les **voies d'exposition** potentielles.

#### 1.1. Vis-à-vis des polluants non volatils

Les espaces verts qui seront aménagés seront recouvert de terres d'apport saine. Pour les autres zones, un revêtement de surface pérenne sera présent (dalle béton par exemple). Aucun contact direct avec les sols du site ne sera donc possible. Les voies d'exposition par contact direct (inhalation de poussières, ingestion de sol, contact cutané) ne seront donc pas présentes.

Aucune plantation d'espèces végétales n'est prévue. La voie d'exposition par consommation de végétaux autoproducts n'est pas présente.

De même, aucune utilisation des eaux souterraines ne sera faite. Les voies d'exposition liées à l'utilisation des eaux souterraines n'existeront pas.

#### 1.2. Vis-à-vis des polluants volatils

Compte tenu de la présence de polluants volatils au droit du site, **les voies d'exposition** par inhalation en air extérieur et en air intérieur doivent être quantifiées dans ce calcul de risque.

Le tableau suivant synthétise les voies **d'exposition** et les enjeux présents pour chaque scénario.

Scénario	Zone identifiée	Voie d'exposition	Enjeux exposés
1	Bureau	inhalation en air intérieur	Adulte travailleur
2	Cellule de stockage	inhalation en air intérieur	Adulte travailleur
3	Espaces extérieurs	inhalation en air extérieur	Adulte travailleur

Tableau 99 : Tableau de présentation des scénarios

### 1.3. Scénarios non développés

La voie d'exposition par perméation n'a pas été prise en compte dans cette évaluation. En effet, dans l'état actuel des connaissances, trop de paramètres restent imprécis ou indisponibles et de nombreux mécanismes sont mal maîtrisés et donc difficilement modélisables. Il est donc préférable de supprimer cette voie de transfert en réalisant les nouvelles canalisations dans les règles de l'art.

### 1.4. Justification des modèles utilisés

Les concentrations d'exposition dans tous les milieux n'ont pu être mesurées. Il est donc nécessaire de recourir à de la modélisation afin de déterminer les niveaux de risques pour les scénarios d'exposition suivants :

- Inhalation de vapeur en air extérieur ;
- Inhalation de vapeur en air intérieur des bureaux ;
- Inhalation de vapeur en air intérieur des cellules de stockage.

Pour l'air extérieur et l'air intérieur des bureaux, le modèle utilisé sera le modèle VOLASOIL développé par le RIVM. Celui permet de modéliser le transfert de vapeur vers l'air extérieur ou dans un bâtiment sur vide sanitaire. *La description de ce modèle est donnée en annexe 18.*

Pour l'air intérieur des cellules de stockage, le modèle utilisé sera celui de Johnson & Ettinger qui permet d'estimer les concentrations dans l'air ambiant pour des bâtiment sur pleine terre. *La description de ce modèle est donnée en annexe 98.*

*Les paramètres physico-chimiques des substances nécessaires au fonctionnement de ce modèle sont donnés en annexe 20.*

---

## 2. CARACTÉRISTIQUES DU SOL ET DES BÂTIMENTS

Les caractéristiques des sols et des bâtiments sont issues le plus possible de données acquises par mesures de terrain et d'informations acquises auprès du maître d'ouvrage (plan de géomètre, plan d'architectes, données issues des études réalisées des bureau d'études techniques...).

Lorsque des paramètres spécifiques au site ne sont pas disponibles, les valeurs utilisées sont issues de la littérature scientifique.

*L'ensemble des caractéristiques du sol et des bâtiments retenues dans cette étude est donné en annexe 21.*

---

## 3. CONCENTRATIONS RETENUES

Les substances sélectionnées pour l'analyse des enjeux sanitaire doivent répondre à certains critères :

- Être détectées en quantité suffisante sur le site (supérieures à la limite de quantification du laboratoire),
- Les données acquises sur ces substances doivent être d'une qualité suffisante pour être exploitées en évaluation des risques.

En résumé, pour être sélectionnée, une substance doit être quantifiée et caractérisée d'un point de vue physico-chimique et toxicologique.

La synthèse des investigations sur le site, combinée aux scénarios d'exposition choisis permet de réaliser la sélection des composés à prendre en compte pour les milieux d'exposition considérés. La sélection des composés à prendre en compte est basée sur les éléments suivants :

- Les concentrations mesurées dans les gaz du sol au droit du site ;
- Les principales propriétés physico-chimiques des composés ;
- La toxicité et la cancérogénicité des produits (phrase de risques, classement par l'union européenne, le CIRC ou l'US-EPA et éventuellement les valeurs toxicologiques de référence).

Dans cette évaluation, ont été retenues toutes les substances organiques recherchées, détectées dans l'air du sol en concentrations supérieures au seuil de détection du laboratoire.

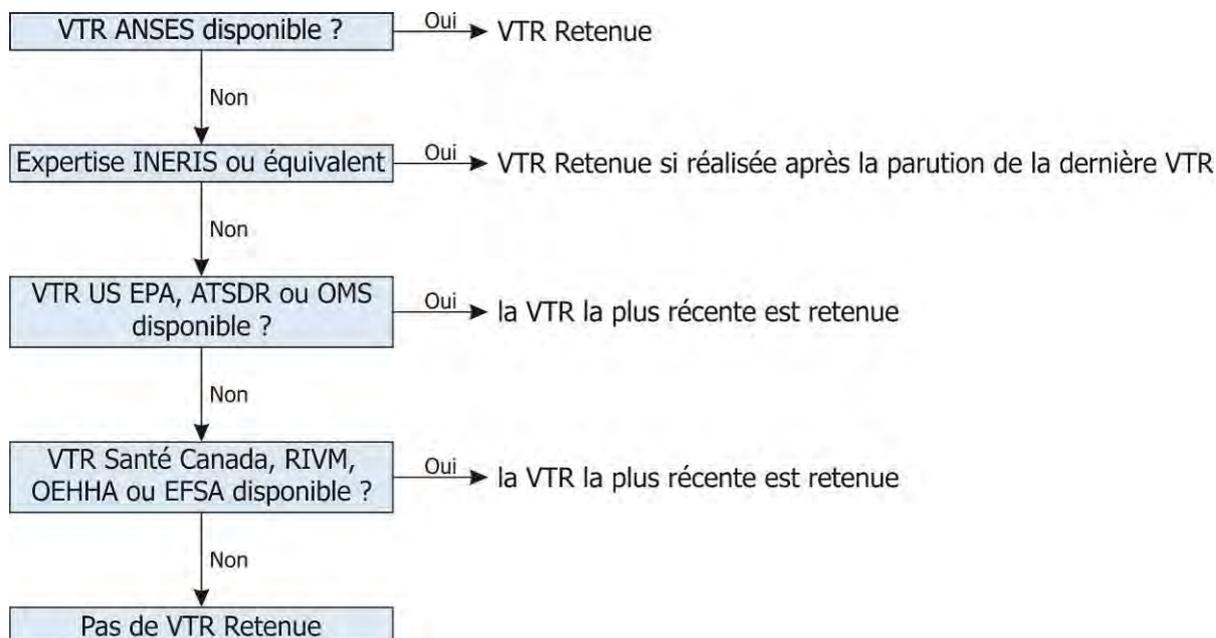
En première approche, les teneurs sélectionnées sont les teneurs maximales observées.

Les valeurs retenues pour la réalisation de cette étude sont données en annexe 21.

#### 4. RELATION DOSE-RÉPONSE DES POLLUANTS RETENUS

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ont été sélectionnées comme recommandé par la circulaire DGS/EA1/DGPR/2014/307 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 et de la gestion des sites et sols pollués.

Les VTR sont donc retenues selon le logigramme suivant.



Sont sélectionnés en premier lieu les VTR construites par l'ANSES. À défaut de valeurs dans la Base ANSES, les VTR prises en compte sont celles sélectionnées par l'INERIS (expertise collective nationale) puis les VTR les plus récentes d'une des bases US EPA, ATSDR, OMS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA. Pour les VTR et paramètres physico-chimiques des hydrocarbures totaux, la seule source reconnue et utilisée provient du TPHCWG.

Pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les VTR ont été calculées à l'aide de la méthode des FET (Facteur d'équivalent toxique) proposée par l'INERIS. La valeur de référence pour les effets sans seuil est celle du benzo(a)pyrène de l'OEHHA.

Cette méthode n'a pas été appliquée pour les effets à seuil, le benzo(a)pyrène ne présentant pas de VTR à seuil.

Par ailleurs, des VTR à seuil et sans seuil sont disponibles pour le naphthalène. Ce sont celles-ci qui ont été retenues car majorante.

Les valeurs toxicologiques prises en compte pour les calculs de risque sont synthétisées dans les tableaux ci-après. Les VTR ont fait l'objet d'une mise à jour en novembre 2019.

Les VTR retenues pour cette étude sont données en annexe 21.

## 5. DESCRIPTION DES ENJEUX – POPULATIONS CIBLES

Les Évaluations des risques sanitaires visent à caractériser les risques chroniques de populations cibles en fonction de l'aménagement spécifique prévu du terrain. Elle ne concerne donc pas les risques « aigus » (exposition courte à de fortes doses) liés à l'aménagement même du site lors de la phase des travaux de réhabilitation et de construction.

Compte tenu de l'usage prévu, les personnes exposées seront les futurs travailleurs. Deux types de poste ont été retenus dans cette étude. Un poste « cellule » où le temps d'exposition est plus important dans les cellules de stockage et un poste « bureau » où le temps d'exposition est plus important dans les bureaux.

La durée d'exposition est le laps de temps passé sur le site au cours d'une vie entière. Pour un scénario professionnel, la valeur généralement prise en compte est de 40 ans pour les adultes, ne correspondant donc pas forcément avec l'espérance de vie ou la tranche d'âge considérée.

Aucune référence dans la littérature n'est disponible pour les temps d'exposition en air extérieur ou dans les différentes parties d'un bâtiment de type plateforme logistique. Les temps d'exposition sont donc des choix du bureau d'étude se voulant réalistes.

Les paramètres d'exposition retenus pour cette étude sont donnés en annexe 21.

## 6. RÉSULTATS DES CALCULS DE L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

Le projet n'étant pas réalisé, aucune mesure directe sur l'air ambiant au sein du bâtiment n'est possible. De ce fait, pour l'exposition par inhalation, le milieu source le plus réaliste correspond au gaz du sol. En effet, ce milieu est dit « intégrateur » puisque le dégazage provenant des différents milieux (eau souterraine, sol) se retrouve dans les gaz du sol.

Le tableau suivant présente les niveaux de risques pour les différents scénarios décrits précédemment.

Scénario	Effet à seuil		Effet sans seuil	
	Quotient de danger		Excès de Risque Individuel	
	Travailleur Bureau	Travailleur Cellule	Travailleur Bureau	Travailleur Cellule
Inhalation de vapeur en air extérieur	1,05E-03	6,97E-04	5,15E-08	3,43E-08
Inhalation de vapeur en air intérieur bureau	8,36E-03	2,09E-03	4,13E-07	1,03E-07
Inhalation de vapeur en air intérieur cellule	2,19E-03	8,74E-03	1,60E-07	6,38E-07
Somme	0,012	0,012	6,24E-07	7,76E-07
Valeur seuil	1		1,00E-05	

Tableau 100 : Tableau de cumul des risques – Scénario de référence

Le tableau ci-dessus montre que dans le cadre de la réalisation du projet et en prenant les concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol, vis-à-vis de l'ensemble des scénarios d'exposition retenus :

- Les risques sanitaires sont acceptables pour les substances à effet à seuil (non cancérigènes) :
- Les risques sanitaires sont acceptables pour les substances à effet sans seuil (cancérigènes).

*Le détail des calculs pour chaque scénario est donné en annexe 22.*

Les niveaux de risques sont nettement inférieurs au seuil d'acceptabilité. Pour les effet à seuil (risque non cancérigène), la valeur estimée est 86 à 87 fois inférieure au seuil d'acceptabilité. Pour les effet sans seuil (risque cancérigène), la valeur estimée est 13 à 16 fois inférieure au seuil d'acceptabilité. Cela malgré la prise en compte des teneurs maximales relevées au droit du site.

L'état du site est donc compatible avec l'usage prévu.

## 7. INCERTITUDES

### 7.1. Choix des substances

Les composés ont été choisis en fonction de leurs concentrations dans **l'air du sol**.

Ont été retenues toutes les substances organiques recherchées présentant des concentrations supérieures au seuil de détection du laboratoire.

De plus, pour respecter le principe de précaution les concentrations maximales mesurées dans les sols et les gaz du sol ont été retenues et appliquées **à l'ensemble de la parcelle bien qu'observées** ponctuellement. Ceci est une hypothèse majorante et sécuritaire.

### 7.2. Toxicité des composés

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) sélectionnées dans la présente étude sont issues de données récupérées au sein de divers organismes tels **que L'ANSES, l'INERIS, l'INRS, l'US-EPA, l'ATSDR, OMS, Santé Canada, le RIVM, l'OEHHA, EFSA et le TPH Working Group**.

Elles ont été sélectionnées selon la Circulaire DGS/EA1/DGPR/2014/307 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**.

Toutefois la pertinence de ces valeurs peut être soumise à réserve. En effet, les études toxicologiques servant de base à **l'établissement** des VTR peuvent être réalisées selon des paramètres variables, sur des durées d'**exposition** trop courtes ou trop importantes (exposition aigue), dans des conditions contrôlées. De nombreux biais peuvent donc être présents.

**Cela s'applique** plus particulièrement aux composés les moins étudiés pour lesquels, les données étant moins nombreuses, les VTR sont moins représentatives.

### 7.3. Paramètres d'exposition et corporels

Les paramètres **d'exposition** sont issus de publications de référence provenant d'**organismes** de santé publique (OMS, InVS, US EPA...). Ils **s'appliquent** à une population générale et correspondent donc à des moyennes et ne peuvent en aucun cas tenir compte des variabilités stochastiques individuelles susceptibles de rendre un individu donné significativement plus sensible que la moyenne.

### 7.4. Mesures des gaz du sol

Les mesures des gaz du sol peuvent être influencées par les conditions atmosphériques, ainsi que par la présence de bâtiments qui peuvent ajouter un flux convectif au flux diffusif naturellement présent.

Par **ailleurs** l'utilisation de cartouches de charbon actif peut entraîner des interférences avec des composés volatils non toxiques naturellement présents dans les sols (vapeur **d'eau, produits de l'activité** microbienne).

### 7.5. Paramètres des modèles

Rappelons que **l'incidence** du choix de tel ou tel modèle par méconnaissance du mode constructif peut modifier les concentrations estimées (*guide méthodologique fluxobat, novembre 2013*).

Le modèle de Johnson et Ettinger utilisé pour estimer les concentrations **dans l'air** à partir des concentrations dans les gaz du sol prend en compte de nombreux paramètres susceptibles **d'évoluer** au cours du temps tels que la teneur en eau du sol, la teneur en carbone organique du sol, la température



ou encore la différence de pression entre les sols et le bâtiment. Les données utilisées sont issues des mesures et observations de terrain ou de la littérature.

Enfin, rappelons que le modèle de Johnson et Ettinger permet d'estimer le transport de substances contaminantes volatiles depuis le **sol vers l'intérieur d'un bâtiment d'une emprise au sol de l'ordre de 100 m<sup>2</sup>**.

#### 7.6. Paramètres physico-chimiques des substances

Les connaissances sur les paramètres physico-chimiques des substances sont variables ce qui est susceptible d'engendrer des imprécisions pour les substances les moins étudiées. Mais de manière générale, les substances les plus toxiques sont celles qui sont le mieux étudiées ce qui réduit les incertitudes.

Certains paramètres physico-chimiques sont issus de calculs théoriques. De ce fait, les divergences entre les conditions normales de températures et de pression (CNTP) et les conditions réelles peuvent générer des écarts entre les résultats théoriques utilisés dans cette étude et les valeurs réelles rencontrées sur le terrain.

#### 7.7. Paramètres des sols

Les sols au droit du site ont été considérés comme étant homogènes. Toutefois, **il s'agit d'un milieu complexe**. Les variations de compacité ou de granulométrie influent sur le dégazage des polluants et donc sur les niveaux de risques.

La teneur en eau du sol a une influence sur le transfert des polluants volatils. Le transfert diminuant, ainsi que les risques associés, **avec l'augmentation** de la teneur en eau.

Or la teneur en eau dépend de plusieurs paramètres notamment la profondeur de prélèvements et des conditions atmosphériques.

**D'autre** part, certains paramètres issus de la classification SCS, sont donnés pour des mesures empiriques pour différents types de terrain. Toutefois, les terrains réellement présents sur site ne correspondent pas **à l'identique** aux terrains de référence ce qui est susceptible d'entraîner un biais dans les résultats de la modélisation.

#### 7.8. Incertitudes sur les mesures

La réalisation des processus analytiques pour la mesure des concentrations dans les échantillons sont soumis à des biais qui entraînent une incertitude sur la mesure. De ce fait **il n'est pas exclu** que la concentration retenue ne soit pas réellement représentative de **l'échantillon prélevé**.

#### 7.9. Incertitudes liées aux analyses

La réalisation des processus analytiques pour la mesure des concentrations dans les échantillons sont soumis à des biais qui entraînent une incertitude sur la mesure. De ce fait **il n'est pas exclu** que la concentration retenue ne soit pas réellement représentative de l'échantillon prélevé.

#### 7.10. Répartition des polluants

Dans cette étude, par principe de précaution, les concentrations prises en compte sont les teneurs maximales observées sur site quelles que soit leurs emplacements. Ceci permet de **s'affranchir d'une** éventuelle pollution non détectée, mais qui, généralement est une hypothèse fortement majorante.

### 7.11. Paramètres des bâtiments

Certains paramètres des bâtiments sont issus de données inhérentes au projet. Toutefois celle-ci sont susceptibles **d'évoluer** avec le temps, notamment le taux de renouvellement de **l'air intérieur** en cas de fonctionnement défectueux ou **d'encrassement** des gaines **d'aération**.

Le taux de fissuration du béton est une valeur issue de la littérature, toutefois ce taux est également amené à évoluer dans le temps. En fonction de la qualité du béton coulé et du travail du bâtiment, ce taux aura tendance à **s'accroître** plus ou moins rapidement.

**D'autre part**, les données **d'entrée** « périmètre du bâtiment » sont des longueurs mesurées de pans de murs posés sur les longrines (transport convectif du sol vers **l'habitat**). Celles-ci entrent dans le calcul des fissures (voies préférentielles prises par les polluants du sol vers **l'intérieur** du bâtiment). Donc les **données d'entrée** « périmètre du bâtiment » ne reprennent pas nécessairement le périmètre de la pièce ou du bâtiment pris en compte, mais uniquement les murs extérieurs sur lesquels les fissures dans le modèle Johnson et Ettinger portent.

### 7.12. Conclusions sur les incertitudes

De nombreux facteurs engendrent des incertitudes sur les risques évalués. Toutefois, pour une grande **partie d'entre eux** (valeurs toxicologiques, caractéristiques techniques, échantillonnage, seuil de détection en **laboratoire, ...**), les connaissances actuelles ne permettent pas de réduire les incertitudes.

En effet, tout modèle de propagation de polluants dans un milieu, **d'estimation** des niveaux **d'exposition** ou **encore d'estimation** des risques comporte **l'élaboration d'hypothèses** et de calculs pour simuler les conditions du milieu. Des incertitudes existent sur les hypothèses et la définition des scénarios, sur les modèles utilisés, dans **l'approximation** par des équations des phénomènes réels dans le milieu considéré et dans la définition des paramètres. Pour ces raisons, une approche sécuritaire a été élaborée de manière à obtenir une surestimation des risques **d'atteinte** à la santé **d'un individu** qui pourrait être exposé à la pollution présente sur le site.

Les principales incertitudes, ayant une influence sur la quantification des risques sanitaires, concernent les reconnaissances réalisées sur le site et les hypothèses posées sur son usage futur :

- caractéristiques physiques du site : géologie, hydrogéologie, météorologie ;
- choix des polluants retenus : pertinence des polluants mesurés, caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques, concentrations retenues ;
- **estimation de l'exposition** : hypothèses sur le schéma conceptuel et les valeurs des paramètres du modèle d'exposition.
- 
- Dans le cas présent, **l'ensemble** des paramètres intégrés dans le modèle de calcul prend en compte des hypothèses à la fois réalistes et majorantes.
- 

Les phénomènes de dégradation des substances pendant leur transfert de la source vers la cible et des phénomènes de diminution des concentrations à la source, à mesure de la propagation et de la dégradation des substances présentes **n'ont pas été** considérés dans **l'approche sécuritaire**.

Enfin, le panel de polluants recherchés bien **qu'important n'exclut pas** la présence **d'autres composés**.

## 8. ÉTUDES DE SENSIBILITÉ

Parmi les paramètres pris en compte dans l'étude de sensibilité, le type de sol retenu est celui qui présente le plus d'incertitude. En effet, les sols sont constitués d'alternance de faciès plus ou moins carbonatés ou argileux. Dans l'étude de référence, les sols ont été considérées comme étant argileux, cette lithologie semblant dominante. Dans l'étude de sensibilité, les sols seront considérés comme étant des argiles sableuses.

Les paramètres modifiés par rapport à l'étude de référence sont donnés en annexe 23.

Le tableau suivant présente les niveaux de risques pour les différents scénarios décrits précédemment dans le cadre de l'étude de sensibilité.

Les tableaux détaillant les calculs pour chaque scénario sont donnés en annexe 24.

Scénario	Effet à seuil		Effet sans seuil	
	Quotient de danger		Excès de Risque Individuel	
	Travailleur Bureau	Travailleur Cellule	Travailleur Bureau	Travailleur Cellule
Inhalation de vapeur en air extérieur Volasoil	1,47E-04	1,47E-04	7,25E-09	7,25E-09
Inhalation de vapeur en air intérieur Volasoil	1,87E-03	4,67E-04	9,27E-08	2,32E-08
Inhalation de vapeur en air intérieur J&E	1,05E-03	4,21E-03	6,47E-08	2,59E-07
Somme	0,003	0,005	1,65E-07	2,89E-07
Valeur seuil	1		1,00E-05	

Tableau 101 : Tableau de cumul des risques dans le cadre de l'étude de sensibilité 1

Le tableau ci-dessus montre que, dans le cadre du scénario de sensibilité 1, en prenant les concentrations maximales résiduelles mesurées dans les sols :

- Les risques sanitaires sont acceptables pour les substances à effet à seuil (non cancérigènes) :
- Les risques sanitaires sont acceptables pour les substances à effet sans seuil (cancérigènes).

Les niveaux de risque sont acceptables, malgré la prise en compte des teneurs maximales relevées en fond de fouille.

## 9. COMPARAISON AVEC L'ÉTUDE DE RÉFÉRENCE

Le tableau suivant présente les niveaux de risque pour chacun des scénarios d'exposition dans le cadre de l'étude de référence et des études de sensibilité.

Scénario	Etude de référence		Etude de sensibilité	
	Quotient de danger		Quotient de danger	
	Travailleur Bureau	Travailleur Cellule	Travailleur Bureau	Travailleur Cellule
Inhalation de vapeur en air extérieur Volasoil	6,97E-04	6,97E-04	1,47E-04	1,47E-04
Inhalation de vapeur en air intérieur Volasoil	8,36E-03	2,09E-03	1,87E-03	4,67E-04
Inhalation de vapeur en air intérieur J&E	2,19E-03	8,74E-03	1,05E-03	4,21E-03
Somme	0,011	0,012	0,003	0,005
Valeur seuil	1			

Scénario	Etude de référence		Etude de sensibilité	
	Excès de risque individuel		Excès de risque individuel	
	Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Inhalation de vapeur en air extérieur Volasoil	3,43E-08	3,43E-08	7,25E-09	7,25E-09
Inhalation de vapeur en air intérieur Volasoil	4,13E-07	1,03E-07	9,27E-08	2,32E-08
Inhalation de vapeur en air intérieur J&E	1,60E-07	6,38E-07	6,47E-08	2,59E-07
Somme	6,06E-07	7,76E-07	1,65E-07	2,89E-07
Somme enfant + adulte	1,38E-06		4,54E-07	
Valeur seuil	1,00E-05			

Tableau 102 : Tableau comparatif des hypothèses des études de référence et de sensibilité

La comparaison des deux études montre que les niveaux de risque sont plus faibles lorsqu'il est considéré que le sol est de type « argile sableuse ».

Cela s'explique par une humidité relative plus importante pour ce type de sol qui réduit le flux de polluant vers l'air atmosphérique.

## 10. COMPARAISON DES VALEURS MODÉLISÉES AVEC LES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Le tableau suivant permet de comparer les valeurs modélisées suivant les différentes études réalisées aux valeurs de référence. Les valeurs de référence sont issues du rapport ED984 d'octobre 2016 concernant les valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques.

Les concentrations prises en compte sont celles modélisées.

Substance	Etude de référence			Etude de sensibilité			Valeur de référence (mg/m <sup>3</sup> )	Source
	Valeur modélisée dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur modélisée dans l'air ambiant des bureaux (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur modélisée dans l'air ambiant des cellules de stockage (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur modélisée dans l'air extérieur (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur modélisée dans l'air ambiant des bureaux (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur modélisée dans l'air ambiant des cellules de stockage (mg/m <sup>3</sup> )		
<b>Métaux</b>								
Mercuré	6,09E-10	9,66E-10	1,85E-09	1,29E-10	2,42E-10	9,36E-10	0,02	VLEP - INRS
<b>Hydrocarbures mono-aromatiques (BTEX)</b>								
Benzène	8,73E-05	1,31E-04	1,02E-04	1,84E-05	2,95E-05	6,10E-05	3,25	VLEP - INRS
Toluène	5,31E-05	8,02E-05	7,24E-05	1,12E-05	1,82E-05	4,23E-05	76,8	
Ethylbenzène	2,85E-05	4,29E-05	3,38E-05	6,03E-06	9,65E-06	2,01E-05	88,4	
o-Xylènes	3,83E-05	5,76E-05	4,54E-05	8,09E-06	1,30E-05	2,70E-05	221	
m+p-Xylènes	1,04E-04	1,56E-04	1,38E-04	2,19E-05	3,54E-05	8,08E-05	221	
<b>Composés Organo-Chlorés Volatils (COHV)</b>								
Tetrachloroéthylène	2,74E-05	2,76E-05	2,58E-05	3,85E-06	6,28E-06	1,50E-05	138	VLEP - INRS
1,1-dichloroéthane	6,04E-06	6,08E-06	5,54E-06	8,50E-07	1,38E-06	3,24E-06	412	
1,2-dichloroéthane	1,24E-05	1,23E-05	8,26E-06	1,74E-06	2,75E-06	5,02E-06	40	
1,1,2-trichloroéthane	6,19E-07	6,22E-07	5,42E-07	8,71E-08	1,41E-07	3,19E-07	555	
<b>Hydrocarbures totaux aliphatiques (HCT)</b>								
Aliphatiques >C5-C6	3,77E-02	5,65E-02	3,92E-02	7,97E-03	1,26E-02	2,36E-02	1000	VLEP - INRS
Aliphatiques >C6-C8	8,76E-02	1,31E-01	9,10E-02	1,85E-02	2,93E-02	5,49E-02		
Aliphatiques >C8-C10	6,88E-03	1,03E-02	7,15E-03	1,45E-03	2,30E-03	4,31E-03		
Aliphatiques >C10-C12	2,45E-03	3,67E-03	2,55E-03	5,17E-04	8,18E-04	1,53E-03		
Aliphatiques >C12-C16	1,51E-05	2,26E-05	1,57E-05	3,18E-06	5,04E-06	9,45E-06		
<b>Hydrocarbures totaux aromatiques (HCT)</b>								
Aromatiques >C8 - C10	3,67E-04	5,50E-04	3,82E-04	7,76E-05	1,23E-04	2,30E-04	1000	VLEP - INRS
Aromatiques >C10 - C12	5,07E-05	7,59E-05	5,26E-05	1,07E-05	1,69E-05	3,18E-05		
<b>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</b>								
Naphthalène	8,59E-07	1,31E-06	4,93E-04	1,81E-07	3,03E-07	1,05E-04	50	VLEP - INRS

Valeur en rouge : concentration supérieure à la valeur de référence

Tableau 103 : Tableau comparatif des concentrations modélisées avec les valeurs de référence

L'ensemble des concentrations modélisées sont inférieures aux valeurs de référence. Aucune anomalie n'est donc constatée.

Il est également à noter que les valeurs modélisées sont nettement inférieures aux valeurs de référence. Les hydrocarbures aliphatiques C6-C8 sont les composés qui présente la concentration la plus proche de la valeur de référence. Cette concentration est plus de 7 000 fois inférieure à la valeur de référence.

Les effets sanitaires des substances sur la santé humaines sont donnés en annexe 25.

## XVI. SCHÉMA CONCEPTUEL – POST ERS

L'élaboration du schéma conceptuel – post ERS est appuyé sur la collecte des études réalisées :

- Synthèse des études antérieures ;
- Visite de site ;
- Étude historique ;
- Étude de vulnérabilité ;
- Investigations de terrain ;
- Analyse des Risques Sanitaires prédictives

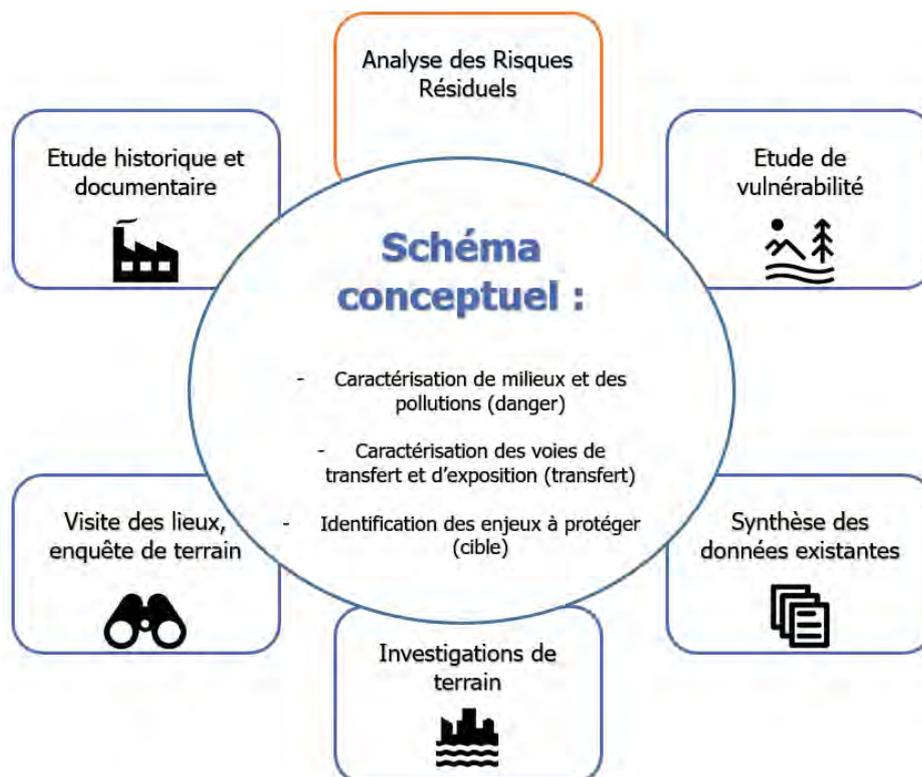


Figure 94 : Le schéma conceptuel - processus itératif et évolutif

Le schéma conceptuel est présenté de manière à visualiser :

- La ou les sources de pollution potentielles ;
- La ou les voies d'exposition possibles ;
- Les cibles potentielles ;
- Les milieux d'exposition.

SOURCE	DANGERS (D)	MÉCANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)			
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation					
Milieu contaminé	Substances dangereuses				Usagers du site				
SOLS	CARACTERES NON VOLATILS (8 ETM, HCT, HAP, BTEX)	Contact cutané	Pénétration percutanée	Sol sans recouvrement de surface	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (recouvrement des espaces verts)			
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (canalisations faites dans les règles de l'art)			
		Contact main/bouche	Ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (recouvrement des espaces verts)			
		Mise en suspension des particules	Inhalation de poussières, ingestion de sols	Sol sans recouvrement de surface		NON (recouvrement des espaces verts)			
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site	Jardin potager / arbre fruitier		NON (absence de voie de transfert)			
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS (Hg, HCT, HAP, BTEX)	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé		NON (Absence de voie de transfert - canalisations faites dans les règles de l'art)			
		Volatilisation	Inhalation de vapeur	Air en extérieur		NON (niveau de risque acceptable)			
				Air en intérieur		NON (niveau de risque acceptable)			
		GAZ DU SOL	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS (TPH, COHV, HAP, BTEX)	Perméation		Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)	Horizon de sol contaminé	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (Absence de voie de transfert - canalisations faites dans les règles de l'art)
				Volatilisation		Inhalation de vapeur	Air en extérieur		NON (niveau de risque acceptable)
Air en intérieur	NON (niveau de risque acceptable)								

Tableau 104 : Schéma conceptuel<sup>12</sup> - état projeté – post ERS – partie 1/2

<sup>12</sup> Le processus de perméation est un phénomène physique de transport des produits chimiques dans le sol, ou dissous dans l'eau du sol, à travers la paroi de la canalisation. A la sortie de la zone affectée par la perméation, l'eau est contaminée. Les risques liés à ce phénomène sont au niveau des hydrocarbures aromatiques (BTEX), des hydrocarbures halogénés (COHV) et des hydrocarbures légers (HCT C5-C10).

SOURCE	DANGERS (D)	MECANISME PHYSIQUE (T)			CIBLES (C)	PRÉSENCE D'UN RISQUE (D + T + C = R)
		Transfert	Voie d'exposition	Localisation		
Milieu contaminé	Substances dangereuses				Usagers du site	
EAUX SOUTERRAINES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Nappe d'eau à faible profondeur	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisations faites dans les règles de l'art )
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art )
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert)
		Utilisation des eaux souterraines	Utilisation des eaux souterraines (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisation faites dans les règles de l'art )
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			NON (niveau de risque acceptable)
EAUX SUPERFICIELLES	CARACTERES NON VOLATILS	contact cutané	Pénétration percutanée	Bassin et résurgence des eaux souterraines à travers les piézomètres utilisées pour la surveillance des eaux souterraines	FUTUR TRAVAILLEUR	NON (absence voie de transfert)
		Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (Absence de voie de transfert - canalisations faites dans les règles de l'art )
		Contact main/bouche	Ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Mise en suspension des particules	Inhalation d'eau et ingestion d'eau			NON (absence voie de transfert)
		Transfert racinaire	Ingestion de légumes/fruits produits sur site			NON (absence voie de transfert)
		Utilisation des eaux superficielles	Utilisation des superficielles (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
	CARACTERES VOLATILS & SEMI-VOLATILS	Perméation	Utilisation d'eau potable (ingestion, inhalation, contact, arrosage)			NON (absence voie de transfert)
		Volatilisation	Inhalation de vapeur			NON (absence voie de transfert)

Tableau 105 : Schéma conceptuel<sup>13</sup> - état projeté – post ERS – partie 2/2



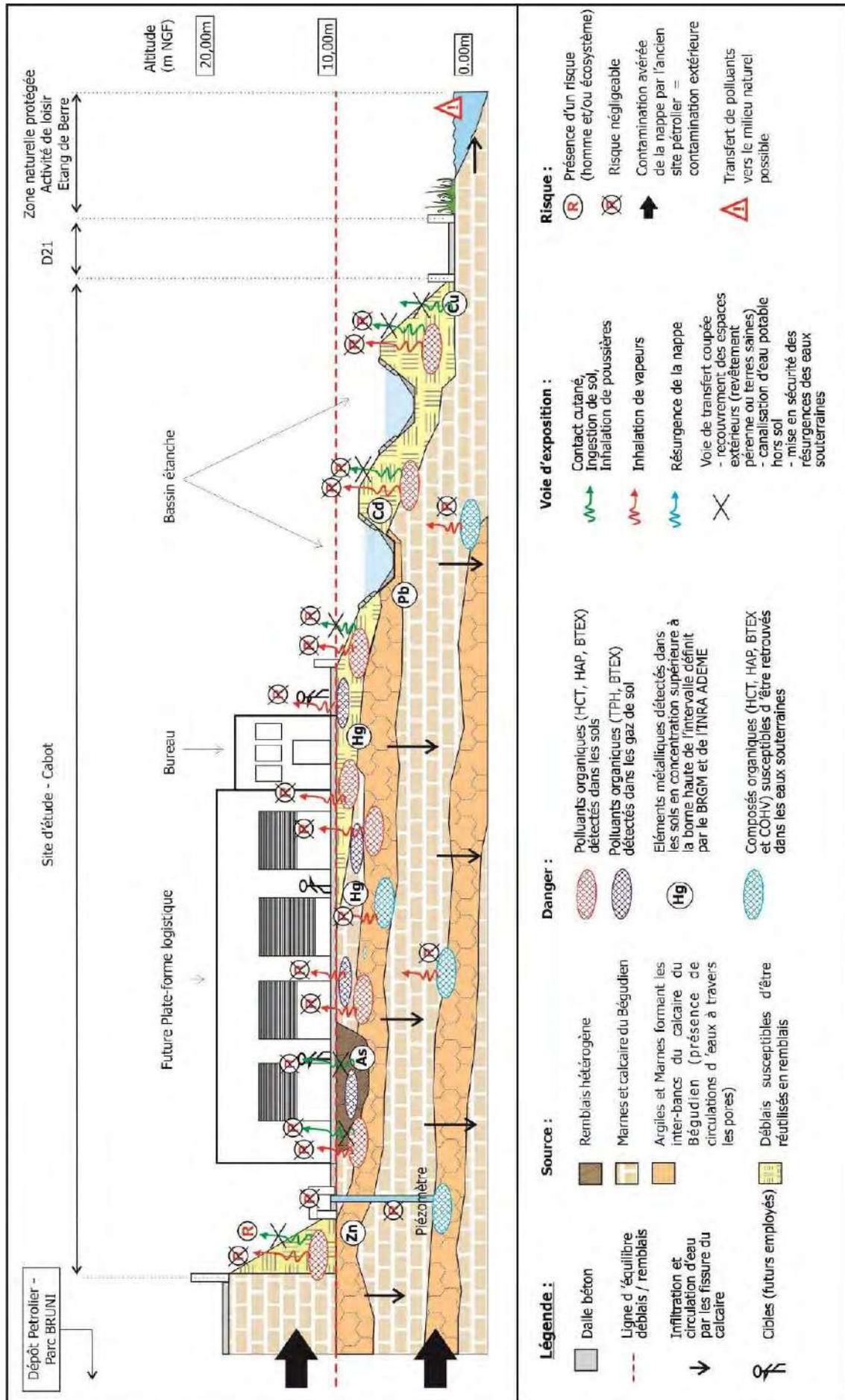


Figure 95 : Schéma conceptuel - Données projet - post ERS

## XVII. LES MESURES DE GESTION

### 1. MESURES DE GESTION ENVISAGEABLES

En l'état, le site est compatible avec l'usage projeté en considérant le projet suivant :

- Une plateforme logistique ;
- Deux bassins étanches de récupération des eaux ;
- Des parkings extérieurs et voies de circulations ;
- Des espaces verts paysagers réalisés avec apport de terres saines (suppression des voies de transfert concernant la pollution diffuse en éléments traces métalliques et en composés organiques dans les sols de surface) ;
- Le comblement des actuels bassins ;
- Conformément à l'arrêté préfectoral, les canalisations en eau potable devront être hors sol ;
- La mise en sécurité des points de résurgence des eaux souterraines.

Néanmoins, des spots de pollution concentrée ont été mis en évidence. La méthodologie des sites et sols pollués préconise le retrait de ces dits spots plutôt que leur maintien en place.

L'extension latérale des spots de pollution a pu être déterminée. L'extension verticale, quant à elle, reste inconnue. En effet, la mise en évidence des spots de pollution en profondeur a été réalisée grâce à la mise en place de piézomètres via une méthode destructive du fait de la présence de calcaire induré infranchissable par les méthodes classiques. Ainsi, les investigations menées ne permettent pas de déterminer si la base des impacts a été recoupée. De plus, la présence de composés organiques volatils dans les sols et gaz de sol en profondeur provient du dégazage de la nappe d'eau souterraine impactée. Nous supposons par conséquent que l'ensemble des sols localisés au droit de la nappe d'eau souterraine et dans le battement de celle-ci est impacté.

Il est estimé à ce jour les volumes suivants :

Volume de terre présentant des concentrations supérieures aux seuils calculés	m <sup>3</sup> en place	12 300
Volume de terre présentant des concentrations supérieures au seuil de la Préfecture pour les HCT C10-C40 et supérieures aux seuils calculés pour les autres composés	m <sup>3</sup> en place	10 100
Volume de terre avec absence de connaissance dans le cadre des mouvements de déblais/remblais (refus lors des investigations sur les sols)	m <sup>3</sup> en place	16 045

Tableau 106 : Récapitulatif des volumes

Afin d'assainir le terrain, un traitement de la nappe in-situ serait donc nécessaire en premier lieu, associé à un traitement des sols et des gaz de sol. Néanmoins ce traitement ne serait pas efficient. En effet, la nappe d'eau souterraine est avérée polluée par les activités localisées en amont hydraulique du site CABOT. Tant que la source de pollution ne sera pas supprimée ou confinée, les eaux souterraines continueront d'impacter les sols du site CABOT. Ainsi, l'ensemble des techniques in-situ n'est pas pertinente.

Par conséquent, le retrait des spots de pollution les plus concentrés dans la zone non saturée reste la seule option envisageable.

De plus, il est important de rappeler que le projet prévoit la réalisation d'importants mouvements de déblais/remblais afin de réaliser une plateforme logistique à 10 m NGF. Des moyens de terrassement seront donc présents sur site pour la réalisation du projet.

Par conséquent, la mise en œuvre de procédés in-situ dans la zone non saturée n'est pas pertinente du fait de la présence d'autres moyens déjà déployés sur site.

Dans le cadre du respect de la méthodologie nationale des sites et sols pollués de 2017, les pollutions concentrées mises en évidence devraient être supprimées. Les polluants concernés sont :



- Dans les sols : les Hydrocarbures Totaux (HCT C5-C40), les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les BTEX ;
- Dans les gaz de sol : les TPH (aliphatiques et aromatiques), les BTEX.

Ainsi, les deux mesures de gestion proposées dans les paragraphes suivants correspondent :

- Au terrassement puis à une évacuation en installation spécialisée des terres polluées ;
- Au terrassement puis au confinement sur site des terres polluées.

Les paragraphes suivants sont basés uniquement sur les pollutions connues suite aux investigations. Les volumes de terre sans information à ce jour n'ont pas été pris en compte.

Une vigilance particulière devra être apportée au droit de ces zones en phase travaux. Les terres présentant des indices de pollution devront être stockées dans le but de leur caractérisation ultérieure afin de déterminer leur devenir (réutilisation en remblais, confinement, évacuation).

## 2. CRITÈRES DE SÉLECTION

La détermination de la mesure de gestion la plus favorable est basée sur les 5 critères suivants :

- Critères techniques, normatifs et organisationnels ;
- Critères économiques ;
- Critères environnementaux, hygiène/sécurité ;
- Critères socio-politiques ;
- Critères juridiques et réglementaires.

Chaque critère est composé de sous-critères notés entre 0 et 10 :

- Note de 0 : mesure de gestion ayant un impact négatif ;
- Note de 10 : mesure de gestion ayant un impact positif.

Un calcul est réalisé afin de donner une note sur 10 à chaque critère principal pour chacune des mesures de gestion. Au final, une note sur 50 est donnée à chacune des mesures de gestion en prenant en compte les 5 critères principaux.

### 2.1. Critères techniques, normatifs et organisationnels

#### 2.1.1. Excavation et traitement hors site

Principe : Les terres impactées sont excavées à la pelle mécanique puis chargées dans des camions et transportées **jusqu'à des installations** de traitement adaptées aux anomalies constatées afin **d'abaisser** les concentrations en polluants.

Le traitement des terres impactées est à privilégier par rapport au stockage des terres. En effet, le stockage **n'est qu'une** solution provisoire et ne permet pas de détruire la pollution. Le traitement quant à lui peut permettre in fine de revaloriser les terres.

#### 2.1.2. Encapsulation

Principe : Cette solution consiste à enfermer physiquement sur site les sols par un dispositif de parois, couverture et fonds très peu perméables.

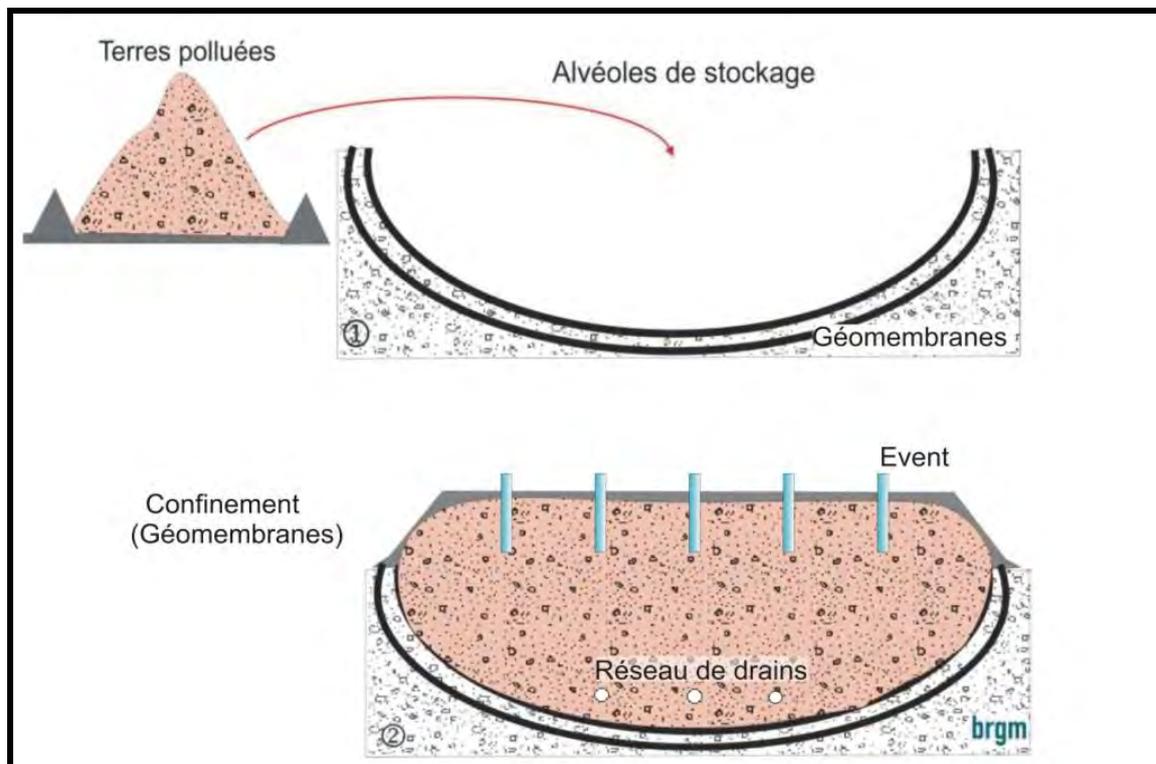


Figure 96 : processus d'encapsulation sur site  
Source : SelectDEPOL - BRGM

Il sera nécessaire de confiner totalement les sols pollués dans une alvéole afin de limiter :

- Les infiltrations d'eaux de pluie et la migration latérale et en profondeur des polluants dans les eaux souterraines ;
- La migration verticale des gaz.

Le recouvrement des alvéoles doit être de type couche / multicouche imperméable. Les parois et le fond des alvéoles doivent présenter une étanchéité maximale et permettre une récupération des eaux.

Il sera nécessaire également de mettre en place un dispositif de drainage des gaz du fait de la présence de composés volatils.

Ce procédé permet de confiner un très grand nombre de polluant. Il est particulièrement adapté pour de grands volumes de pollution.

Néanmoins, les pollutions ne sont pas détruites et restent en place.

### 2.1.3. Bilan

Ces critères sont basés sur les aspects pratiques de la mesure de gestion.

Critères techniques et normatifs	Complexité	Délai	Pérennité de la méthode	Accessibilité	Note (/8)	Note (/10)
Mesure de gestion 1 : Excavation et traitement hors site	9	9	10	10	38	9,5
Mesure de gestion 2 : encapsulation sur site	7	7	3	10	27	6,75

Tableau 107 : Critères techniques et normatifs des mesures de gestion

## 2.2. Critères économiques

### 2.2.1. Excavation et traitement hors site

L'objectif est le retrait des terres contaminées dépassant les seuils de coupure déterminés précédemment.

Les volumes proposés ne sont donnés qu'à titre indicatif. Ils sont basés sur les informations actuellement disponibles.

Nous avons considéré :

- L'emprise d'une maille impactée correspond à environ 500 m<sup>2</sup> ;
- 7 mailles sont dites impactées par les analyses de gaz de sol ;
- 11 mailles sont dites impactées au regard des analyses sur les sols et du seuil défini par la Préfecture ;
- 3 mailles supplémentaires sont dites impactées au regard des analyses sur les sols, néanmoins les teneurs sont inférieures au seuil défini par la Préfecture ;
- Le volume de terre à terrasser est estimé entre 10 000 et 12 000 m<sup>3</sup> en place environ ;
- La règle de conversion usuelle : 1 m<sup>3</sup> en place = 1,3 m<sup>3</sup> foisonné = 1,8 tonne.

La prise en charge des terres par les différents acteurs du stockage ou du traitement est fonction d'arrêtés préfectoraux propres à chaque installation. En première approche, comme le particularisme de chaque filière ne peut être pris en compte, une estimation sera faite au regard de l'arrêté du 12 décembre 2014 fixant la liste des déchets admissibles en Installation de Stockage pour Déchets Inertes (ISDI-CET III), et également des critères déterminés par la charte FNADE (moyenne nationale suivant les catégories de filières).

Les résultats des analyses des investigations initiales et complémentaires ont mis en évidence au regard de la réglementation (arrêté du 12 décembre 2014) de forts impacts en composés organiques (HCT C10-C40, HAP, BTEX), ainsi qu'en HCT C5-C10 (hors cadre réglementaire).

Il est important de noter que seules les analyses sur les HCT C10-C40, HAP et BTEX ont été réalisées conformément à l'arrêté du 12/12/2014. Dans le cas d'évacuation de terres, il sera nécessaire de réaliser des analyses complémentaires afin de remplir l'ensemble des conditions de l'arrêté du 12 décembre 2014. Ces analyses porteront sur les critères suivants :

- Sur brut :
  - Polychlorobiphényles (PCB), carbone organique total (COT) ;
- Sur éluât : 12 métaux toxiques, fraction soluble, fluorures, chlorures, sulfates, carbone organique total (COT), indice phénol

Certaines filières exigent également la réalisation d'analyses des COHV. Néanmoins, ces dernières ne sont pas des paramètres inclus dans l'arrêté du 12/12/2014.

La filière retenue en première approche est le centre de traitement (« biocentre »). Cette filière est privilégiée car elle permet la revalorisation des terres impactées.

Il est important de préciser que :

- Des extrapolations de résultats ont été réalisées, chaque niveau au droit de chaque sondage n'ayant pas été systématiquement soumis à analyse ;
- Des fondations et dalles béton sont encore présentes sur site. Un tri devra être nécessairement réalisé lors de l'excavation des terres.

Deux scénarios ont été élaborés :

- Une version optimiste dans laquelle seules les terres présentant des valeurs supérieures à la valeur seuil de la Préfecture pour les HCT C10-C40 et aux valeurs seuils précédemment calculés pour les autres composés sont évacuées ;
- Une version pessimiste dans laquelle l'ensemble des terres présentant des valeurs supérieures aux seuils précédemment calculés (y compris HCT C10-C40) est évacué.

Les terres contaminées à excaver seront à évacuer vers des centres agréés. Les coûts sont variables selon la filière choisie, le CET, le transport, etc. Les budgets sont établis au cas par cas. Pour fixer des ordres de grandeur, on admettra en première approche au regard des prix pratiqués en 2019, hors terrassement :

⇒ Un prix de 80€HT/t pour un centre de traitement transport compris.

Il y a lieu d'ajouter un budget de maîtrise d'œuvre d'environ 12 % (suivi du chantier et contrôle) pour ce chantier. Nous vous recommandons également de considérer un aléa de 15 %. Cet aléa important est nécessaire notamment du fait de l'absence de connaissance sur environ 16 045 m<sup>3</sup> de terres en place.

**En l'état** des connaissances actuelles, l'élimination des terres polluées génèrerait un coût estimé entre 1 847 et 2 249 K€HT sur les zones actuellement connues.

Les tableaux ci-après détaillent les calculs.

	unité	Optimiste	Pessimiste
Maille impactée	unité	18	21
surface maille	m <sup>2</sup>	500	
Volume impacté	m <sup>3</sup>	10 100	12 300
Tonne impactée	T	18 180	22 140
Prix biocentre	€/T	80	
Prix évacuation	€ HT	1 454 400	1 771 200
MOE	12%	174 528	212 544
Aléa	15%	218 160	265 680
Total	€ HT	1 847 088	2 249 424

Tableau 108 : Synthèse des coûts – excavation et traitement hors site

Ces chiffrages sont prévisionnels et ne peuvent engager la responsabilité de LETOURNEUR CONSEIL. En effet, les sondages et les échantillonnages donnent une image statistique ne permettant pas de préjuger de la qualité globale des terres du site.

- Contrôle du fonctionnement et de la maintenance éventuelle

Pendant les terrassements, un suivi par une entreprise spécialisée en sites et sols pollués devra être réalisé afin de contrôler notamment :

- La méthodologie de terrassement de l'entreprise
- L'implantation du maillage ;
- La qualité des zones de stockage ;
- Le transport des terres impactées dans les bonnes filières.

**Une fois l'ensemble** des terres impactées retirées, aucun contrôle de fonctionnement de la maintenance ne sera à mettre en place.

- Surveillance de la mesure de gestion

**Une fois l'ensemble des terres impactées retirées**, aucune surveillance du milieu ne sera à mettre en place.

Néanmoins afin de statuer sur la bonne réalisation du retrait des terres impactées, des contrôles de fond de fouille et de parement seront nécessaires au droit des mailles polluées.

Les terres d'apport au droit des futurs espaces extérieurs nécessiteront un contrôle qualité.

## 2.2.2. Encapsulation

L'objectif est le confinement des terres contaminées dépassant les seuils de coupure déterminés précédemment.

Les volumes proposés ne sont donnés qu'à titre indicatif. Ils sont basés sur les informations actuellement disponibles.

Nous avons considéré :

- L'emprise d'une maille impactée correspond à environ 500 m<sup>2</sup> ;
- 7 mailles sont dites impactées par les analyses de gaz de sol ;
- 11 mailles sont dites impactées au regard des analyses sur les sols et du seuil défini par la Préfecture ;
- 3 mailles supplémentaires sont dites impactées au regard des analyses sur les sols, néanmoins les teneurs sont inférieures au seuil défini par la Préfecture ;
- Le volume de terre à terrasser est estimé entre 10 000 et 12 000 m<sup>3</sup> en place environ ;
- La règle de conversion usuelle : 1 m<sup>3</sup> en place = 1,3 m<sup>3</sup> foisonné = 1,8 tonne.

En l'état des connaissances actuelles, l'élimination des terres polluées génèrerait un coût estimé entre 9 888 et 61 129 €HT

	unité	Optimiste	Pessimiste
Maille impactée	unité	18	21
surface maille	m <sup>2</sup>	500	
Volume impacté	m <sup>3</sup>	10 100	12 300
Volume impacté foisonné	m <sup>3</sup> f	11 615	14 145
Hauteur de la capsule	m	2,5	2,5
Largeur de la capsule	m	40	40
Longueur de la capsule	m	116,15	141,45
Surface côté long (x4)	m <sup>2</sup>	1 161,50	1 414,50
Surface côté court (x2)	m <sup>2</sup>	200	200
Total	m <sup>2</sup>	1 361,50	1 614,50
Couverture	€/ m <sup>2</sup>	5	35
	€	6 807,50	56 507,50
système drainant	€/ m <sup>2</sup>	1	3
	€	290,38	1 060,88
extraction de l'air du sol	€/ m <sup>2</sup>	1	3
	€/ m <sup>2</sup>	290,38	1 060,88
déshuileur / débourbeur	€	2 500	
Total	€ HT	9 888,25	61 129,25

Tableau 109 : Synthèse des coûts – encapsulation sur site.

- Contrôle du fonctionnement et de la maintenance éventuelle

Pendant les terrassements, un suivi par une entreprise spécialisée en sites et sols pollués devra être réalisé afin de contrôler notamment :

- La méthodologie de terrassement de l'entreprise
- L'implantation du maillage ;
- La qualité des zones de stockage ;
- Le transport des terres impactées dans les bonnes filières.

Des mesures de contrôles permettant d'assurer l'intégrité de l'encapsulation seront nécessaires (environ 1 000€/an).



- Surveillance de la mesure de gestion

Afin de statuer sur la bonne réalisation du retrait des terres impactées, des contrôles de fond de fouille et de parement seront nécessaires au droit des mailles polluées.

Les terres d'apport au droit des futurs espaces extérieurs nécessiteront un contrôle qualité.

Des mesures de suivi devront à long terme être réalisées. Celles-ci doivent permettre de s'assurer de l'efficacité des mesures de confinement en place. Elles porteront préférentiellement sur les eaux en sortie de capsule soit au niveau du déshuileur / débourbeur (environ 1 000€/an).

### 2.2.3. Bilan

Ces critères sont basés sur les coûts de la technique pour la mise **en œuvre et également** des mesures.

Critères économiques	Coût de la mise en œuvre	Coût des suivis ultérieurs (court terme)	Coût des suivis ultérieurs (long termes)	Coût des restrictions d'usage	Note (/40)	Note (/10)
Mesure de gestion 1 : Excavation et traitement hors site	0	10	10	10	30	7,5
Mesure de gestion 2 : encapsulation sur site	10	8	8	9	35	8,8

Tableau 110 : Critères économiques des mesures de gestion

## 2.3. Critères environnementaux

### 2.3.1. Excavation et traitement hors site

Le retrait des terres impactées présente un bilan environnemental défavorable du fait :

- Du transport des terres en camion (bilan carbone, utilisation de ressources naturelles) ;
- De la génération de déchets (les terres évacuées du site seront considérées comme des déchets).

**En revanche d'un point de** vue sanitaire, **l'excavation** des terres supprime également les sources de pollution pour les expositions par contact direct avec les sols (ingestion de sol, inhalation de poussières, contact cutané).

### 2.3.2. Encapsulation sur site

L'encapsulation sur site présente un bilan environnemental neutre. En effet, la mesure de gestion permettra la concentration des terres polluées en un même endroit du site et par son confinement évitera le transfert de pollution vers la nappe d'eau souterraine.

### 2.3.3. Bilan

Ces critères sont basés sur le bilan environnemental **de la mise en œuvre** de la mesure de gestion.

Critères environnementaux	Génération de déchets	Impact sur les espèces (faune/flore) sur site	consommation énergétique	besoin lié au transport	émission de gaz à effet de serre	Impact résiduel de la pollution laissée	Note (/60)	Note (/10)
Mesure de gestion 1 : Excavation et traitement hors site	3	10	3	2	2	5	25	4,2
Mesure de gestion 2 : encapsulation sur site	8	5	9	8	8	5	43	7,2

Tableau 111 : critères environnementaux des mesures de gestion

#### 2.4. Critères socio-politiques

Le réaménagement du site CABOT a pour objectif :

- De supprimer une friche industrielle du secteur BRUNI ;
- De créer de nouveaux emplois.

##### 2.4.1. Excavation et traitement hors site

Lors de la réalisation des travaux d'aménagement du site (mouvement de déblais / remblais), le retrait des terres les plus impactées engendrera peu de nuisances supplémentaires.

##### 2.4.2. Encapsulation sur site

Lors de la réalisation des travaux d'aménagement du site (mouvement de déblais / remblais), le confinement des terres les plus impactées engendrera peu de nuisances supplémentaires (merlon paysagé déjà compris dans le projet).

##### 2.4.3. Bilan

Ces critères sont basés sur l'acceptabilité par la population de la mise en œuvre des mesures de gestion à court et à long terme.

Critères socio-politiques	nuisances du chantier	augmentation du trafic	acceptabilité de la mesure	acceptabilité du projet	bénéfice du chantier	Note (/50)	Note (/10)
Mesure de gestion 1 : Excavation et traitement hors site	5	2	8	8	8	31	6,2
Mesure de gestion 2 : encapsulation sur site	5	8	5	8	8	34	6,8

Tableau 112 : critères socio-politiques des mesures de gestion

## 2.5. Critères juridiques et réglementaires

### 2.5.1. Excavation et traitement hors site

Les terres à évacuer seront considérées comme des déchets et en ce sens la responsabilité du maître d'ouvrage sera engagée quant à la destination des terres en dehors du site. Il sera indispensable de maîtriser et de contrôler le parcours des terres et leur mise en stock en installation agréée pour ce faire notamment avec un suivi des bordereaux de suivis de déchets (BSD)

### 2.5.2. Encapsulation

La responsabilité du maître d'ouvrage sera engagée quant à la vérification de la pérennité de la mesure de gestion.

### 2.5.3. Bilan

Les critères sont basés sur la responsabilité à court et à long terme du maître d'ouvrage.

Critères juridiques et réglementaires	responsabilité en phase travaux	responsabilité à court terme	responsabilité à long terme	Note (/30)	Note (/10)
Mesure de gestion 1 : Excavation et traitement hors site	2	10	10	22	7,3
Mesure de gestion 2 : encapsulation sur site	8	8	8	24	8,0

Tableau 113 : critères juridiques et réglementaires des mesures de gestion

### 3. CHOIX DE LA MÉTHODE DE GESTION LA PLUS FAVORABLE

La note finale a été déterminée en sommant l'ensemble des notes sur 10 par critère donnant ainsi un résultat sur 50.

	Critères techniques et normatifs	Critères économiques	Critères environnementaux	Critères socio-politiques	Critères juridiques et réglementaires	Note finale (/50)
Mesure de gestion 1 : Excavation et traitement hors site	9,5	7,5	4,2	6,2	7,3	34,7
Mesure de gestion 2 : encapsulation sur site	6,75	8,8	7,2	6,8	8,0	37,5

Tableau 114 : note finale des mesures des gestion

La mesure de gestion apparaissant comme la plus favorable dans ce cas est l'encapsulation sur site. Les critères avantageux par rapport à la deuxième mesure de gestion proposée sont :

- Un coût global de dépollution plus faible ;
- Un bilan environnemental neutre.

### 4. PARAMÈTRES DE FAISABILITÉ

Compte tenu des options de gestion envisagées, la réalisation d'essais en laboratoire ou d'essais de terrain n'est pas nécessaire, la faisabilité de ces techniques n'étant pas liées directement à la nature des terrains ou des polluants mais directement à la réalisation des travaux et à la conception du projet.

### 5. LIMITES DES MESURES DE GESTION ENVISAGÉES

Pour assainir complètement le site d'étude, une dépollution de la nappe d'eau souterraine est à réaliser. Il est nécessaire de localiser, de quantifier **et d'éliminer** la source de pollution dans les sols hors site avant de démarrer les travaux de dépollution des eaux souterraines. **Si cette source n'est pas traitée en amont**, un relargage constant des hydrocarbures dans les eaux souterraines aura lieu et le traitement de celles-ci ne sera pas efficace.

En conclusion, la dépollution du site via les mesures de gestion précitées ne sera pas efficace dans la zone vadose. Il **n'est pas conseillé de** démarrer de travaux de dépollution des eaux souterraines tant que la source de pollution **n'a pas** été localisée. De plus, il existe un risque de dégazage de la nappe d'eau souterraine dans la zone non saturée et donc d'alimentation de la pollution.

## XVIII. SCHÉMA CONCEPTUEL – POST BILAN COÛTS-AVANTAGES

L'élaboration du schéma conceptuel – post BCA s'est appuyée sur les éléments suivants :

- Synthèse des études antérieures ;
- Visite de site ;
- Étude historique ;
- Étude de vulnérabilité ;
- Des investigations de terrain ;
- Analyse des Risques Sanitaires prédictives ;
- Bilan coûts-avantages.

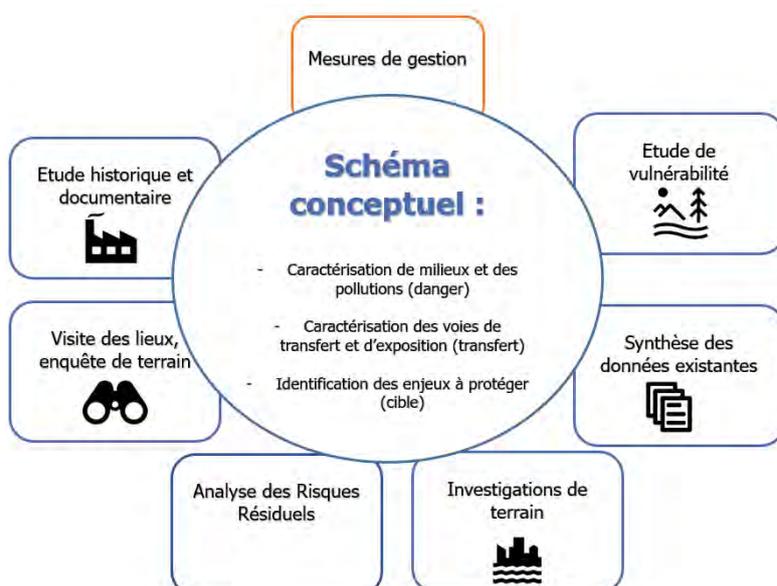


Figure 97 : Données d'entrée du Schéma conceptuel état projeté post ERS et avec mesures de gestion

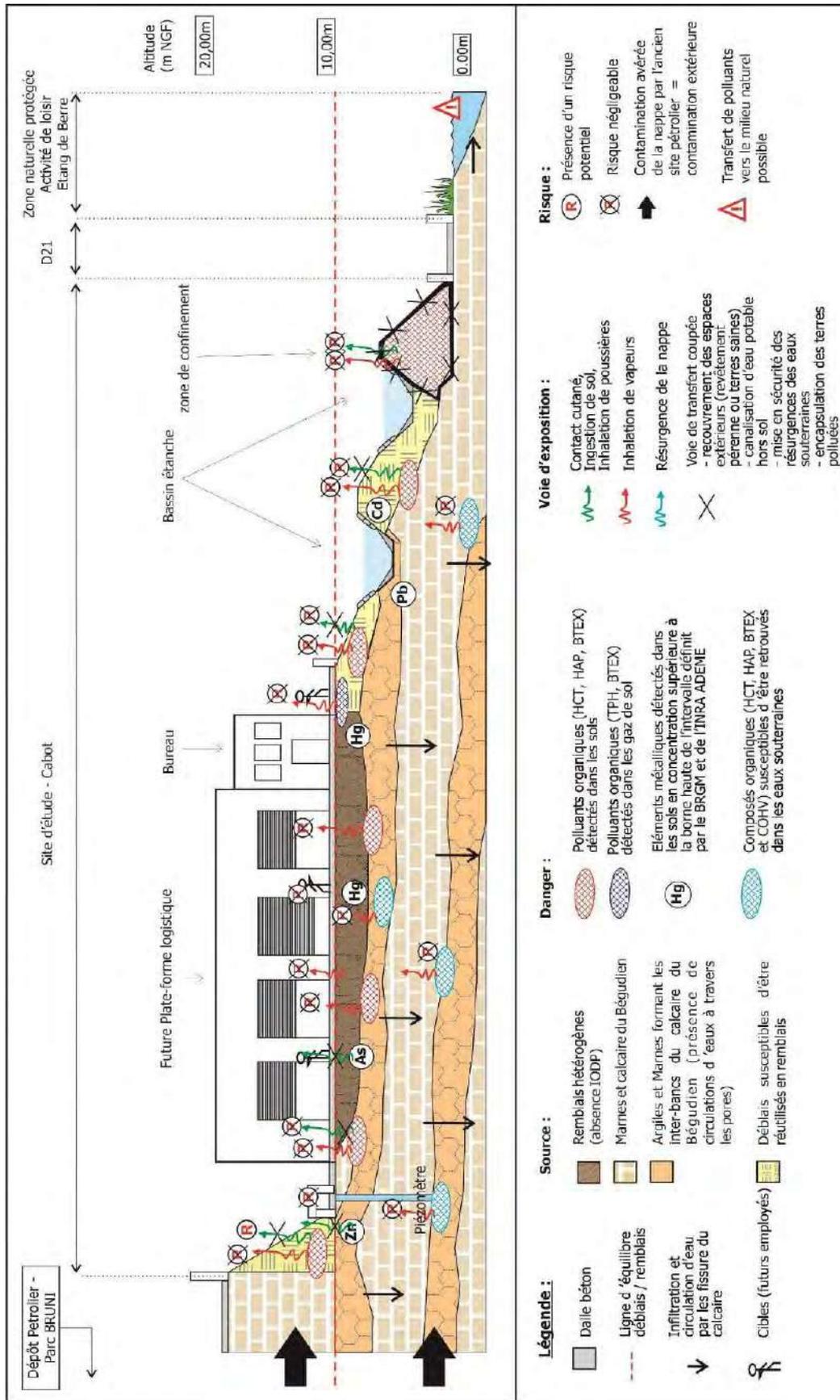


Figure 98 : Schéma conceptuel post ERS avec mesures de gestion – Données projet

## TROISIEME PHASE

### Etude de projet

Codification des prestations globales		Compris dans la 1 <sup>ère</sup> phase	Compris dans la 2 <sup>ème</sup> phase	Compris dans la 3 <sup>ème</sup> phase
INFOS	Réalisation des études historiques, documentaires et de vulnérabilité afin d'élaborer un schéma conceptuel et, le cas échéant, un programme prévisionnel d'investigations	X		
DIAG	Mise en œuvre d'un programme d'investigations et interprétation des résultats	X		
PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site		X	
Codification des prestations élémentaires				
A100	Visite de site	X		
A110	Études historiques, documentaires et mémorielles	X		
A120	Étude de vulnérabilité des milieux	X		
A130	Élaboration d'un programme prévisionnel	X	X	
A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	X		
A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines		X	
A230	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol		X	
A270	Interprétation des résultats des investigations	X	X	
A330	Bilan coûts/avantages		X	
A320	Analyse des enjeux sanitaires		X	
B130	Étude de projet			X



## XIX. ÉTUDE ET DIMENSIONNEMENT

### 1. CONTRAINTES DU PROJET

---

Pour rappel, le site CABOT présente un fort dénivelé nécessitant d'importants mouvements de déblais/remblais afin de réaliser une plateforme à 10 m NGF.

Les sols en place sont particulièrement indurés (calcaire) et nécessiteront des moyens de terrassement lourds.

De nombreux réseaux enterrés sont encore en place, ainsi que des structures en béton (en infrastructure et en superstructure). Ces derniers devront faire l'objet d'une vigilance particulière notamment lors de leur retrait.

Des impacts importants sont présents pour les hydrocarbures. Il sera nécessaire de prendre en compte la présence de sols pollués et d'odeurs importantes qui pourraient émaner des fouilles et de s'en prémunir par l'utilisation de matériel adapté (cabine climatisée et pressurisée pour les engins de travaux, produits anti-odeur, limiter le travail manuel dans les zones polluées, le cas échéant utilisé des EPI adaptés).

Les eaux souterraines sont également fortement impactées avec des phases flottantes par endroit. De plus, la géologie de la zone entraîne la présence de résurgences localisées de la nappe. Il sera nécessaire de prévoir les moyens pour canaliser ces résurgences, potentiellement d'eau polluée (bassin de rétention temporaire, matériaux anti-pollution et/ou absorbant).

Une zone présente des matériaux amiantés enterrés qui ont été laissés sur place. Ces matériaux devront avoir été évacués dans les règles de l'art avant le début des travaux.

### 2. PRINCIPE DE LA MÉTHODE

---

La réalisation du projet nécessitant des mouvements de déblais/remblais importants, l'objectif est de confiner les terres impactées excavées dans des capsules étanches aménagées hors de l'emprise des bâtiments.

Les mouvements de déblais/remblais devront donc comprendre :

- La réalisation des mouvements de déblais/remblais nécessaires à la réalisation du projet ;
- Le tri des terres en fonction des plans de maillage ;
- La création des zones de confinement des terres impactées.

### 3. DIMENSIONNEMENT DE LA SOLUTION TECHNIQUE

#### 3.1. Volumes mis en jeu

La future plateforme logistique se situera à une altitude de 10 m NGF. D'importants mouvements de déblais / remblais seront à réaliser afin d'aplanir le site CABOT.

Les moyens utilisés pour les travaux d'excavation sont identiques à ceux utilisés par les entreprises de BTP : pelle mécanique, pelle hydraulique, tractopelle, véhicule de transport, tombereau....

L'excavation des terres se fera selon un maillage prédéfini (maille d'environ 500 m<sup>2</sup>).

Dans le cadre des investigations 21 mailles impactées en composés organiques ont été identifiées et représentent un volume de 12 300 m<sup>3</sup> de terres polluées.

Maille	Surface (m <sup>2</sup> )	Hauteur (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
Pza1	500	0,5	250
Pza11	500	0,5	250
Pza20	500	0,5	250
Pza22	500	0,5	250
Pza23	500	0,5	250
Pza24	500	0,5	250
Pza27	500	0,5	250
PM11	500	1,5	750
PM12	500	2,5	1250
PM23	500	0,3	150
PM30	500	1,1	550
PM33	500	0,9	450
PM40	500	1,7	850
PM44	500	1,4	700
PM53	500	1	500
PM57	500	1	500
PM61	500	0,8	400
PM63	500	1,9	950
PM67	500	1,6	800
PM71	500	2,9	1450
PM76	500	2,5	1250
Volume total (m <sup>3</sup> )			12 300

Tableau 115 : Dimensionnement des terrassements en zone polluée

Les plans de maillage suivants mettent en évidence les zones présentant des pollutions concentrées par palier d'altitude. Soit l'équivalent de 12 300 m<sup>3</sup> de terres en place potentiellement impacté.

### 3.2. Zone d'encapsulation des terres polluées

La figure suivante localise les zones où le confinement des terres polluées est possible. Une superficie d'environ 20 000 m<sup>2</sup> est disponible.

Afin de ne pas concentrer des terres polluées au droit des futurs bâtiments, aucun stockage ne sera possible au droit des futures constructions. Cela permettra d'éviter tout risque de dégazage vers un espace clos.

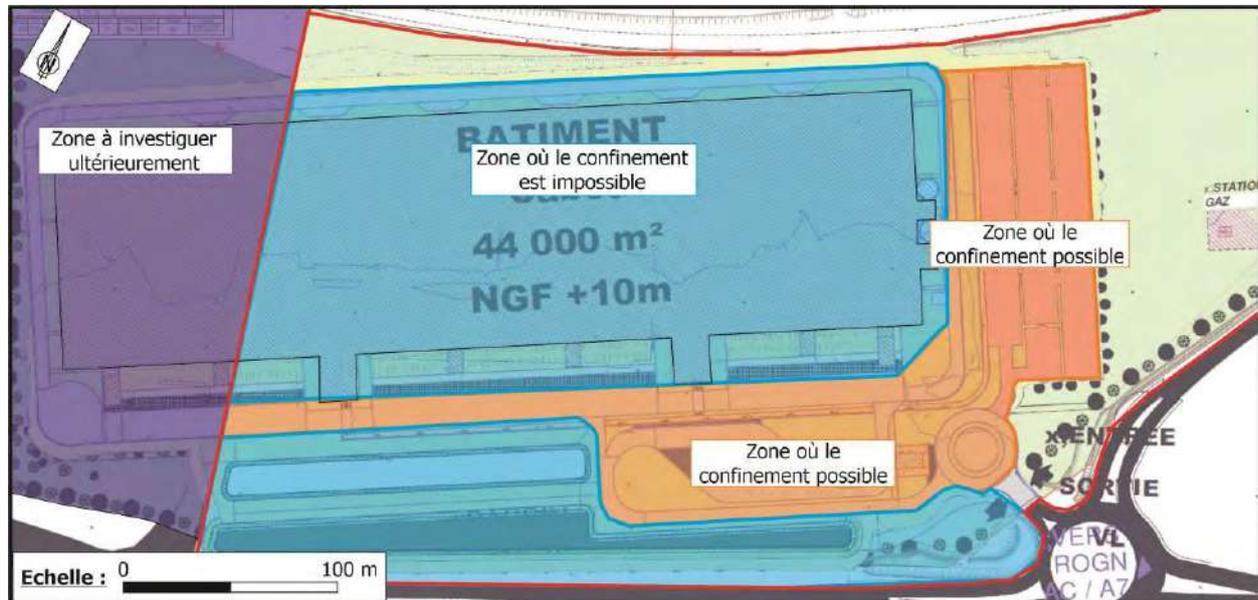


Figure 99 : Localisation des zones de confinement possibles

La mise en place des alvéoles d'encapsulation devra faire l'objet d'études géotechniques préalables afin de s'assurer de leur stabilité et de leur sécurité. Ces installations et leur dimensionnement devront faire l'objet d'un contrôle qualité par un bureau de contrôle ou une société de vérification.

### 3.3. Moyens d'encapsulation des terres polluées

L'encapsulation sur site consiste à confiner totalement les sols pollués dans une alvéole afin de limiter :

- Les infiltrations d'eau de pluie et la migration latérale et en profondeur des polluants vers les eaux souterraines ;
- La migration verticale des gaz.

Le recouvrement des alvéoles doit être de type couche-multi-couche imperméable. Les parois et le fond des alvéoles doivent avoir un dispositif spécifique présentant une étanchéité maximale permettant une récupération des eaux (drain). Un système d'évent complète le système pour permettre la libération des gaz.

La structure à mettre en œuvre comprend notamment de bas en haut (voir figures suivantes) :

- Couche de fondation,
- Couche d'étanchéité,
- Couche de drainage des eaux,
- Couche de protection,
- Terres polluées,
- Couche de drainage des gaz,
- Couche d'étanchéité,
- Couverture par revêtement pérenne.

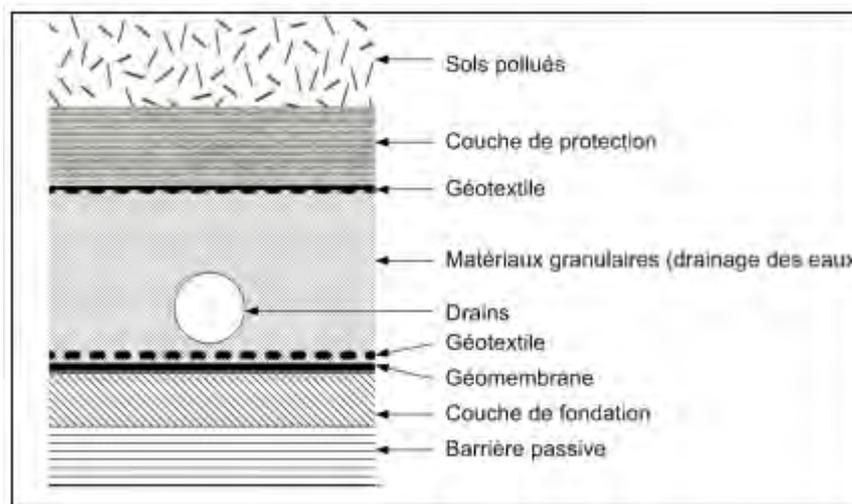


Figure 100 : Structure de fond

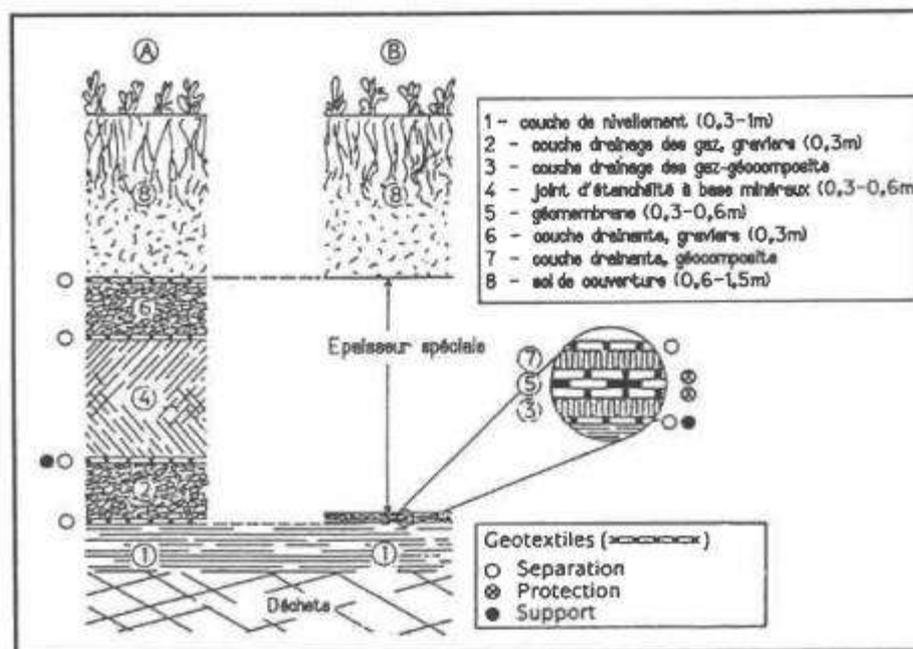


Figure 101 : Structure de couverture

L'encapsulation des terres polluées sera faite par la mise en œuvre d'une géomembrane de type EPDM. La géomembrane est définie par la norme harmonisée NF EN 13361 : « Géomembranes, géosynthétiques bentonitiques - Caractéristiques requises pour l'utilisation dans la construction des réservoirs et des barrages ». Elle respectera entre autres, les caractéristiques suivantes :

- **Épaisseur (EN 1849-2)  $\geq 1,00$  mm**
- **Résistance à la traction (ISO EN 527)  $\geq 9$  MPa**
- **Allongement à la rupture (ISO EN 527)  $\geq 300\%$**
- **Poinçonnement statique CBR (ISO EN 12236)  $\geq 0,5$  kN**
- **Perméabilité à l'eau (NF EN 14150)**
- **Résistance au vieillissement (EN 12224) : conforme**
- **Résistance à l'oxydation (EN 14575) : conforme**

Enfin la mise en œuvre devra respecter les "Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes" du Comité Français des Géotextiles et Géomembranes" Fascicule n° 10 - 1991.

Un réseau de collecte et des événements seront posés pour permettre le dégazage éventuel des terres selon les normes en vigueur.

Un réseau de drainage des éventuelles eaux d'infiltration sera mis en œuvre et sera relié au désuileur du site.

### 3.4. Plan de maillage

Les figures des pages suivantes présentent la localisation des zones où les terres sont impactées. Chaque figure correspond à une altimétrie donnée. Ils permettent donc de déterminer les zones qu'il sera nécessaire de traiter en vue du stockage.

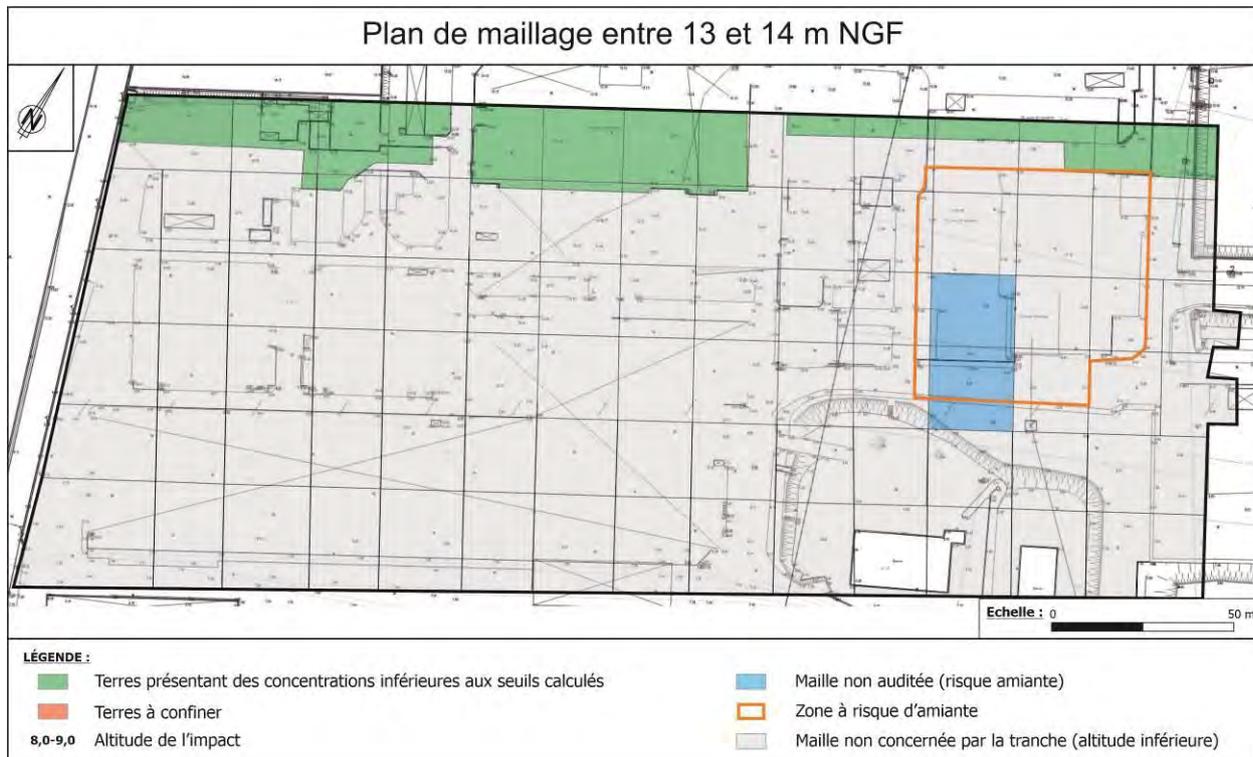


Figure 102 : Plan de maillage entre 13 et 14 m NGF

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

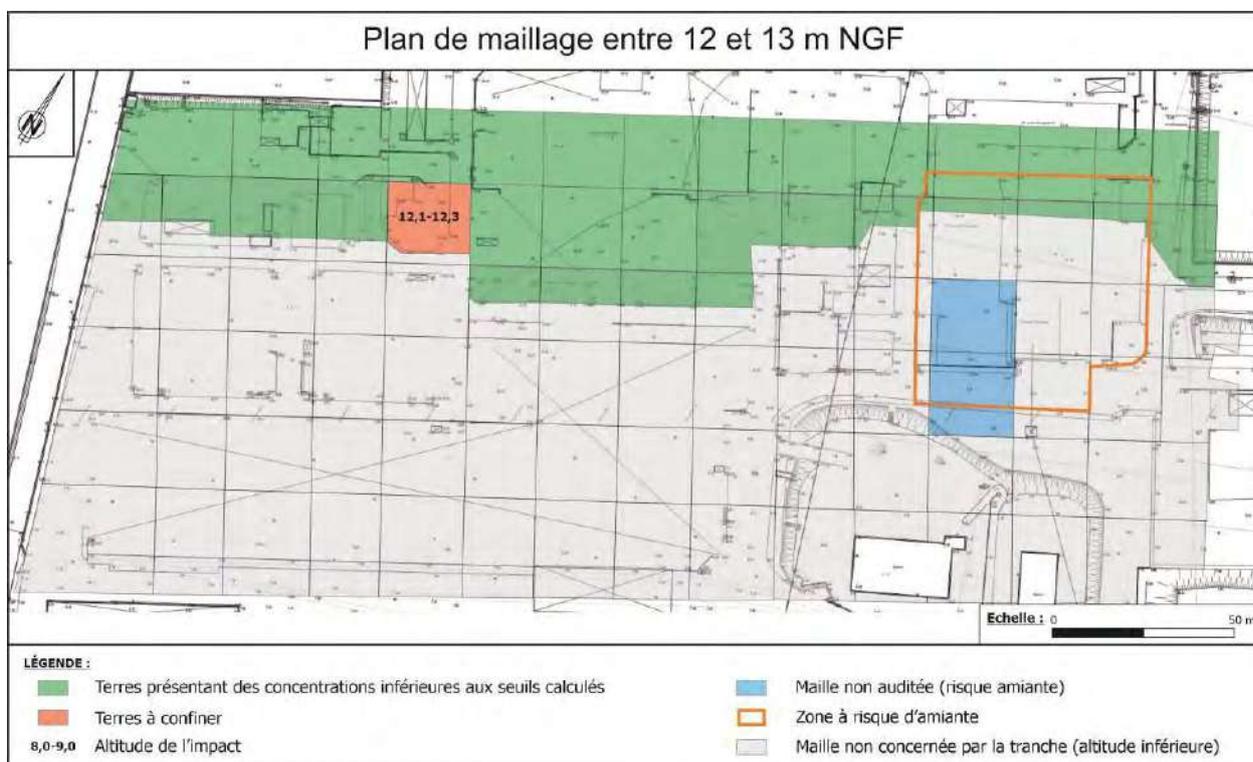


Figure 103 : Plan de maillage entre 12 et 13 m NGF

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

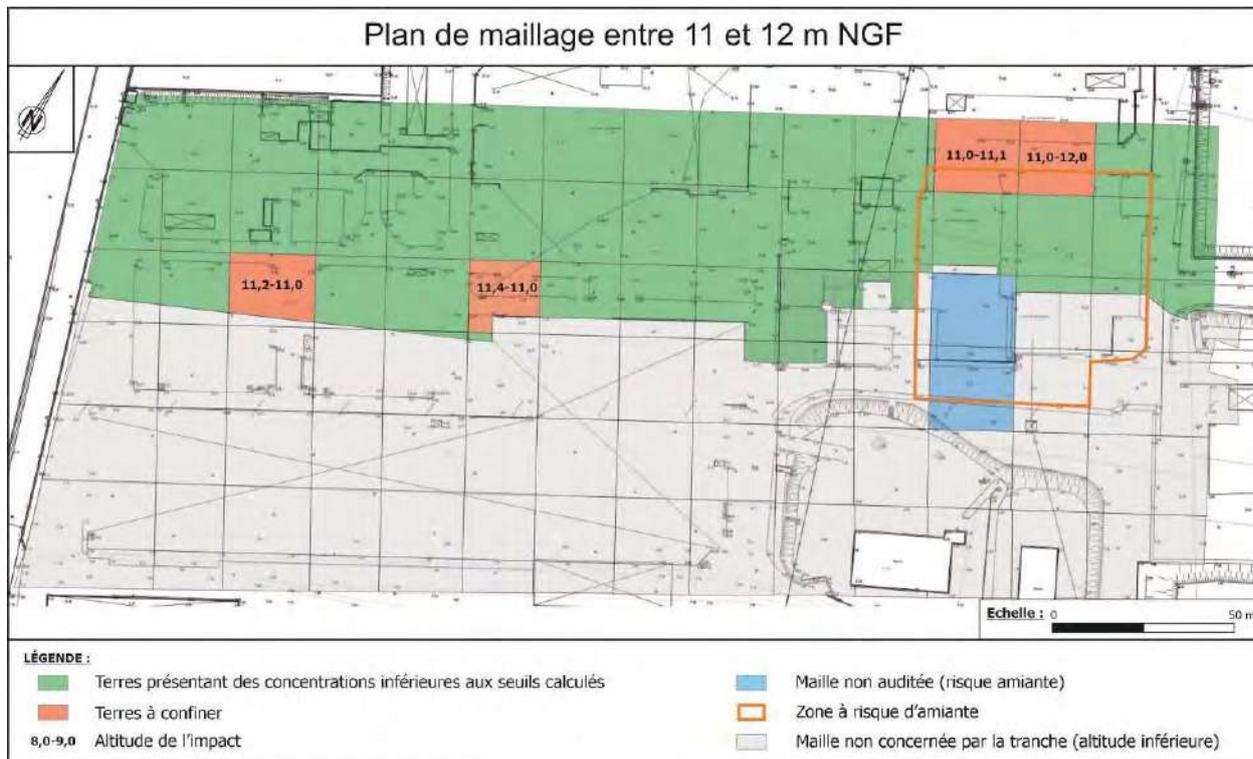


Figure 104 : Plan de maillage entre 11 et 12 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

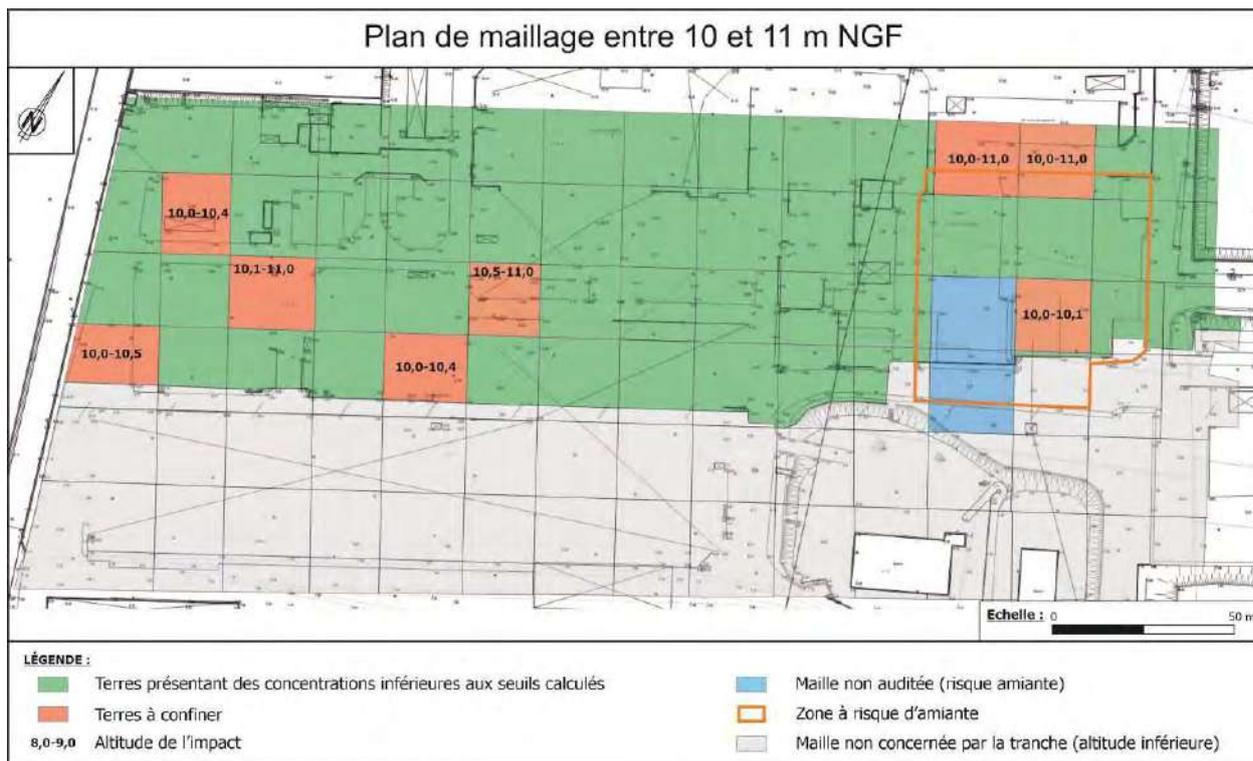


Figure 105 : Plan de maillage entre 10 et 11 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

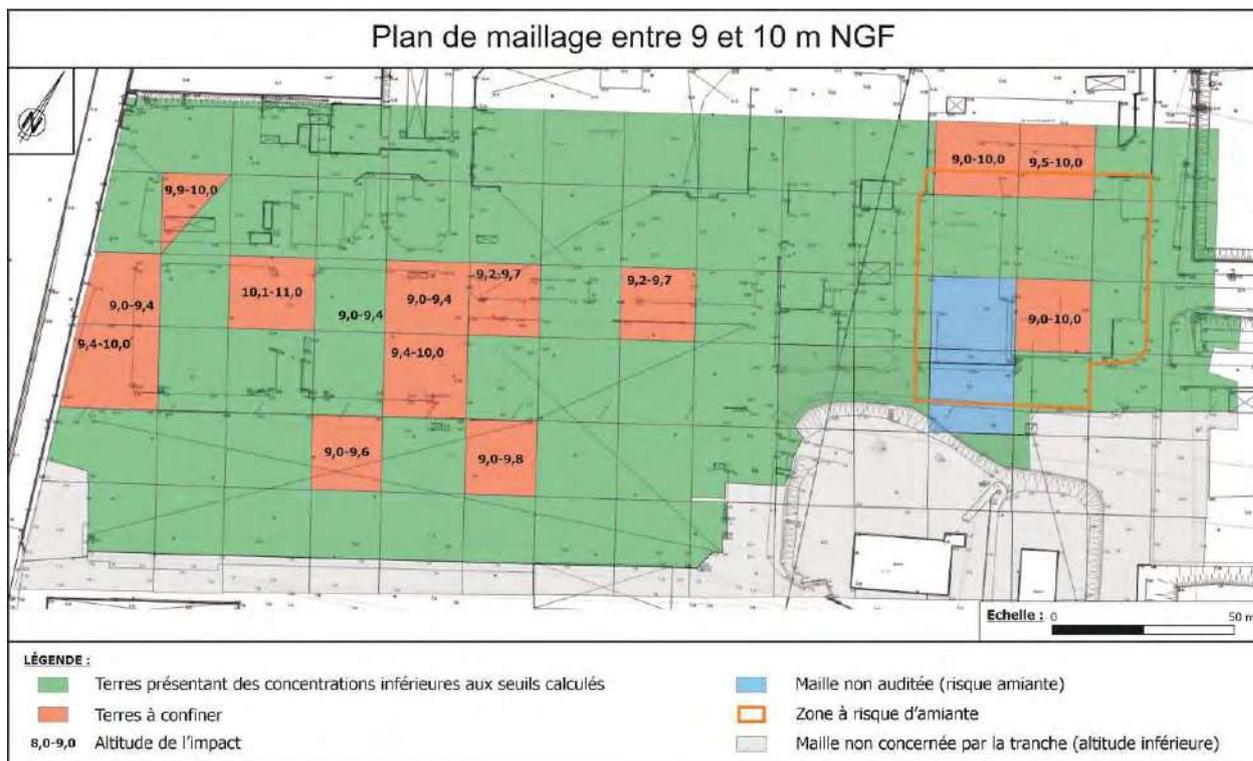


Figure 106 : Plan de maillage entre 9 et 10 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

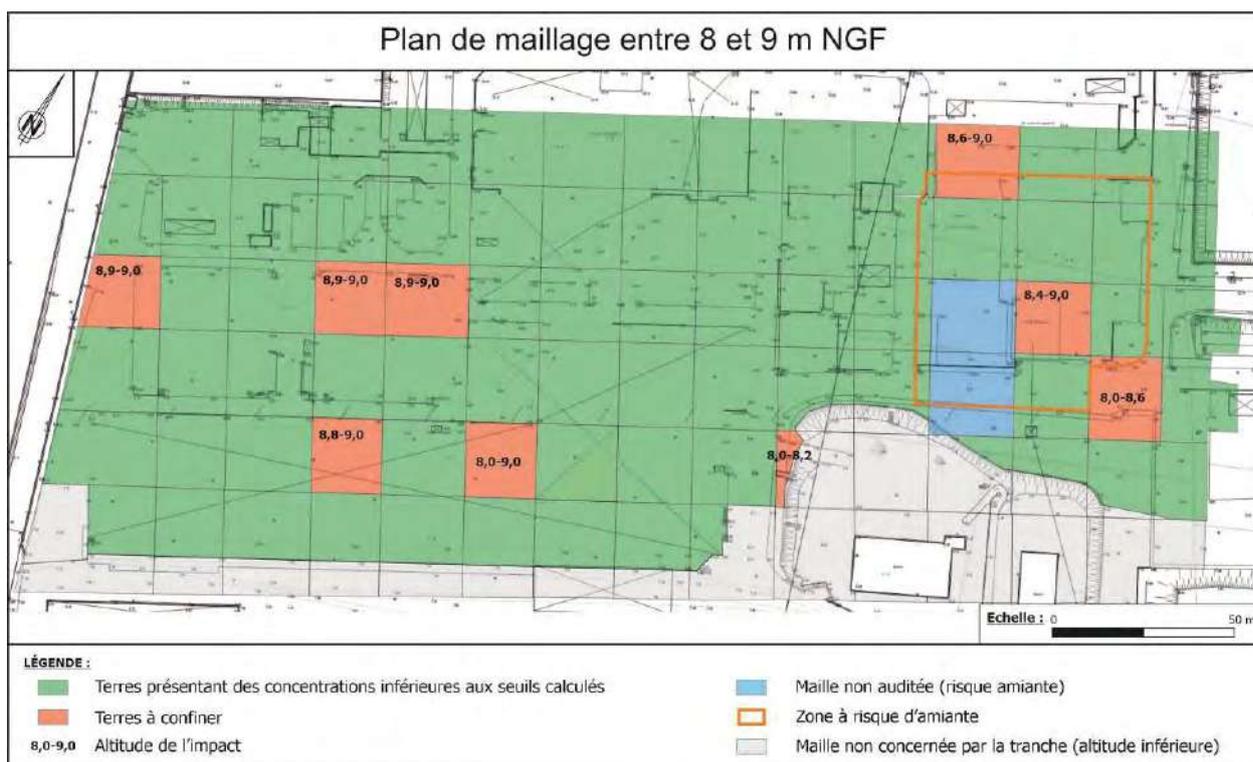


Figure 107 : Plan de maillage entre 8 et 9 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

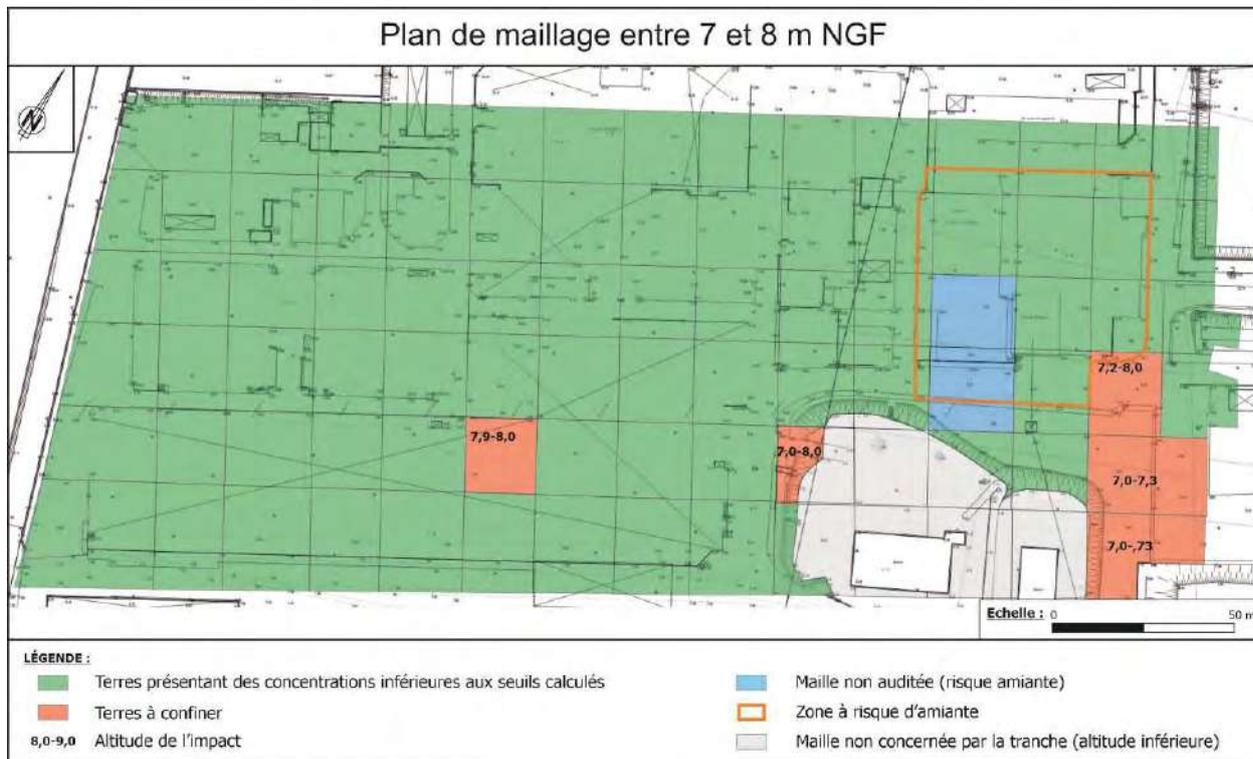


Figure 108 : Plan de maillage entre 7 et 8 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

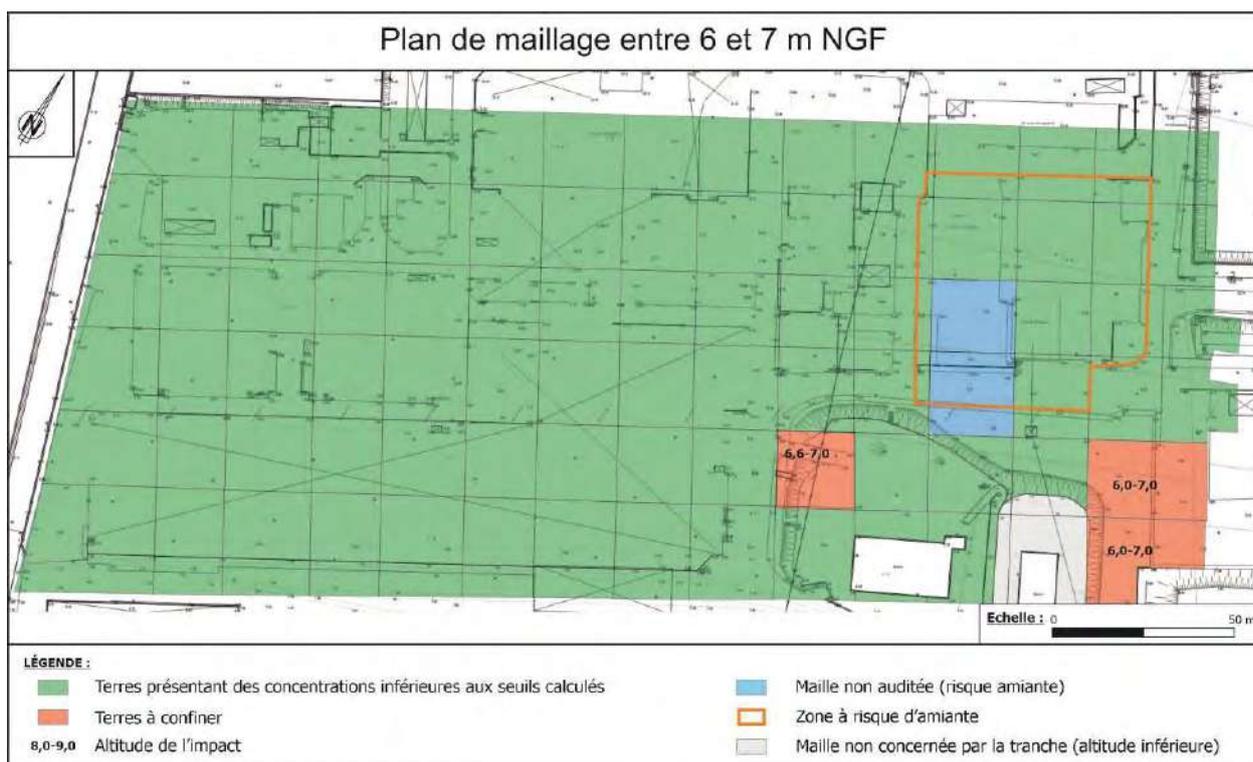


Figure 109 : Plan de maillage entre 6 et 7 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

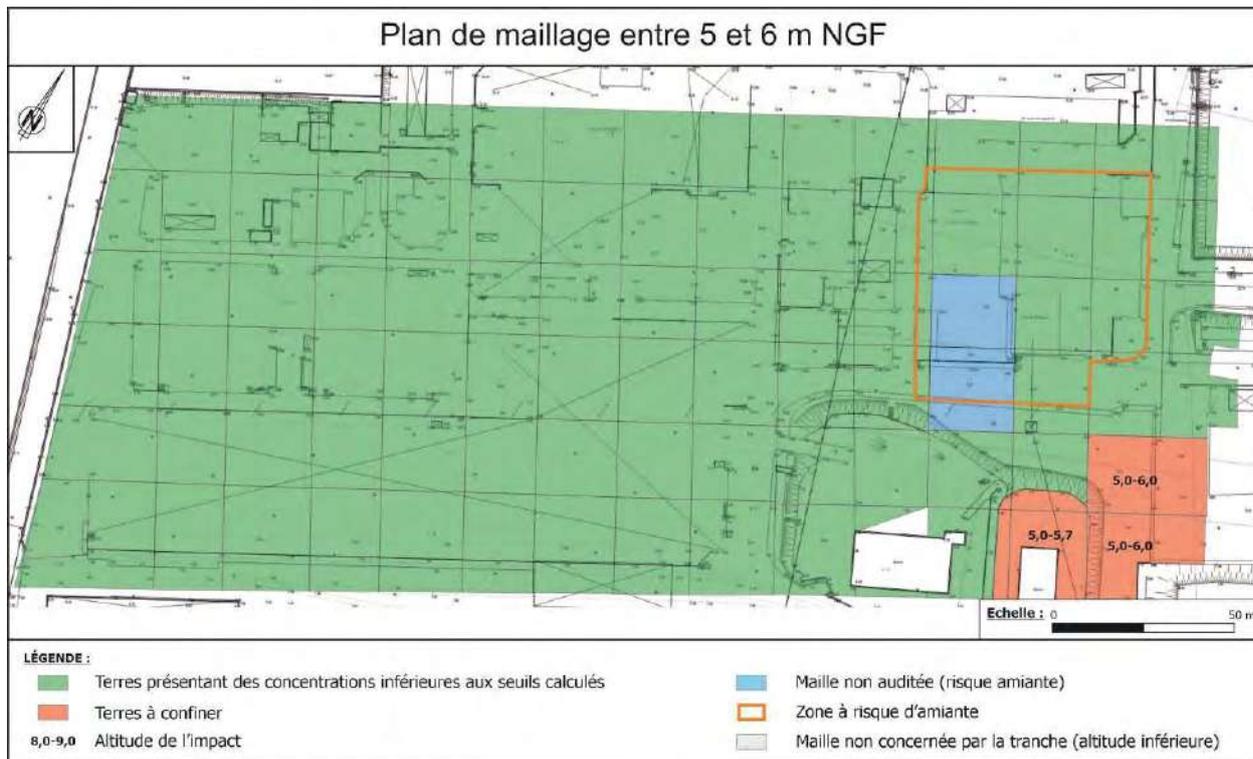


Figure 110 : Plan de maillage entre 5 et 6 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

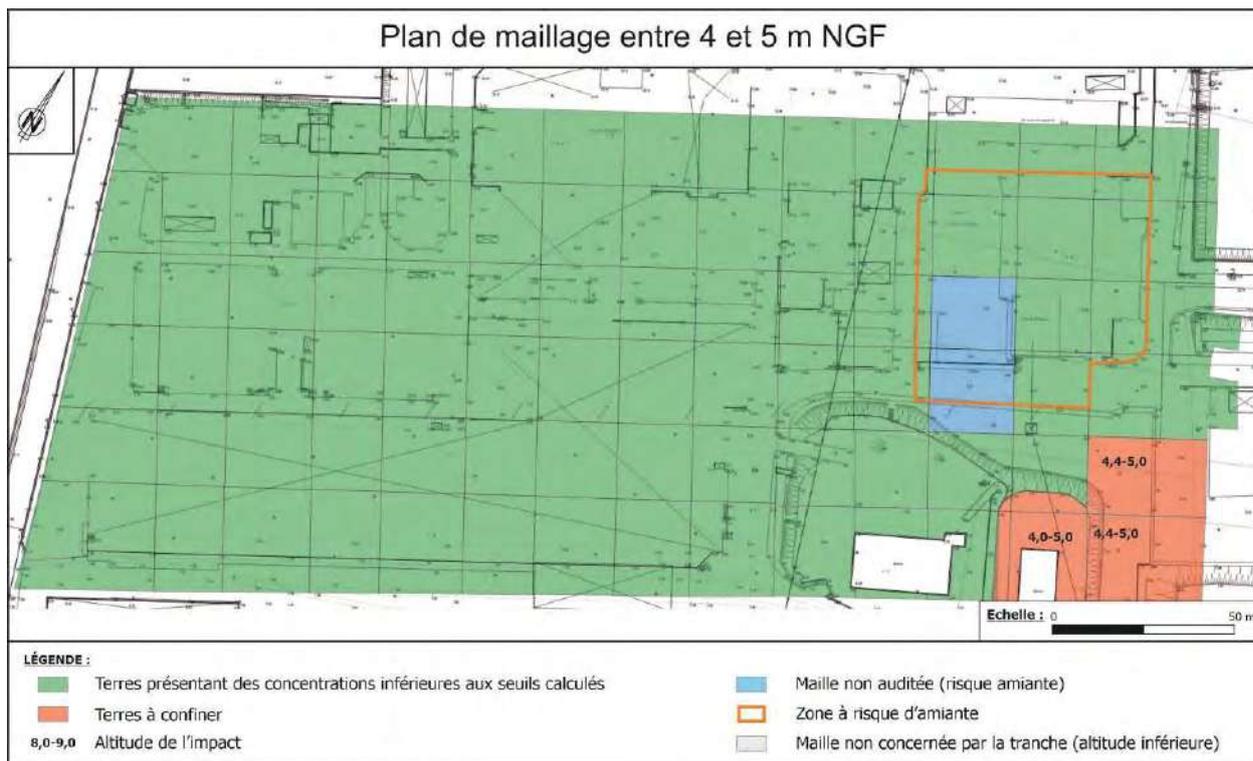


Figure 111 : Plan de maillage entre 4 et 5 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

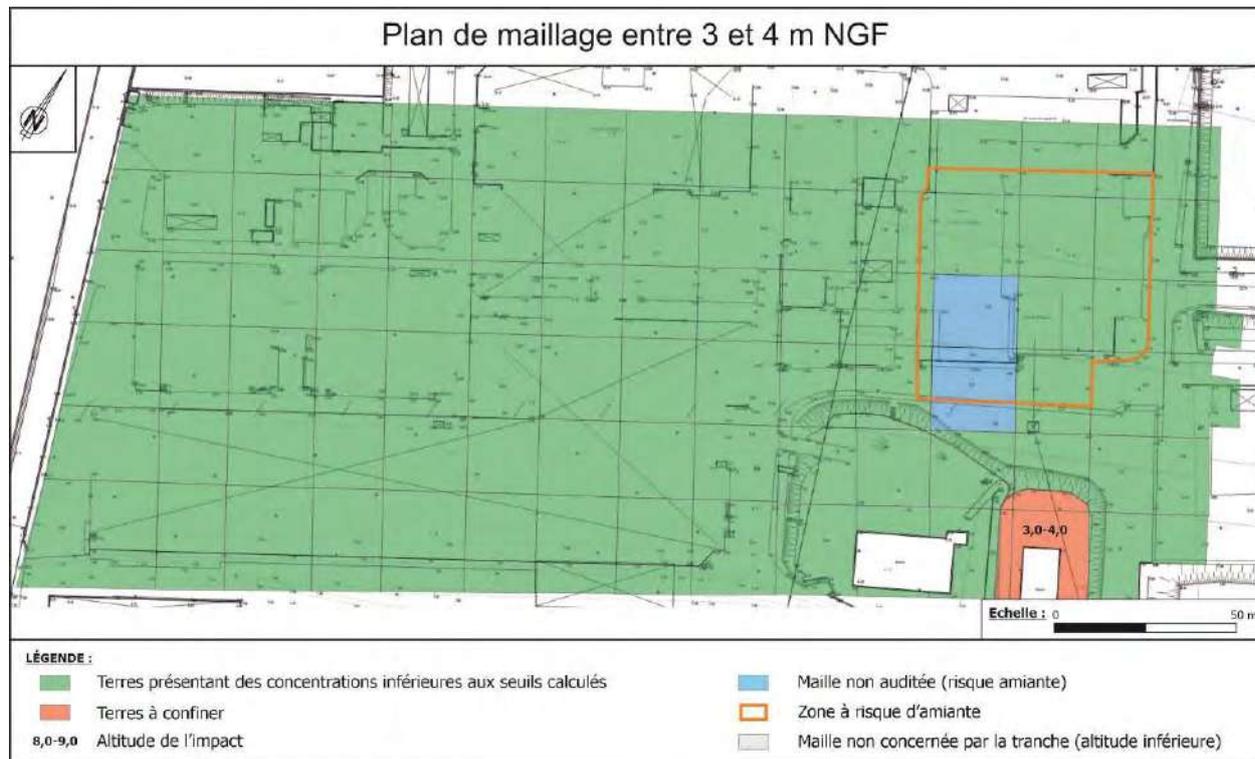


Figure 112 : Plan de maillage entre 3 et 4 m NGF

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

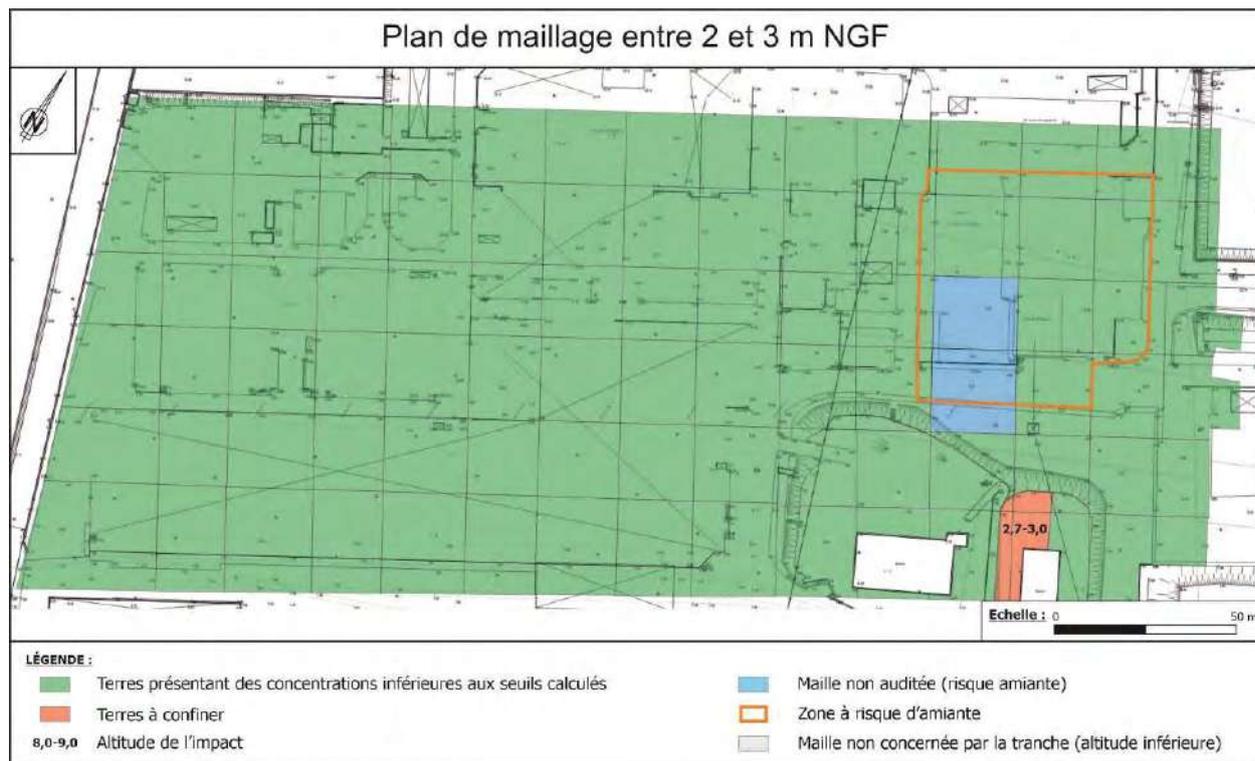


Figure 113 : Plan de maillage entre 2 et 3 m NGF

Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

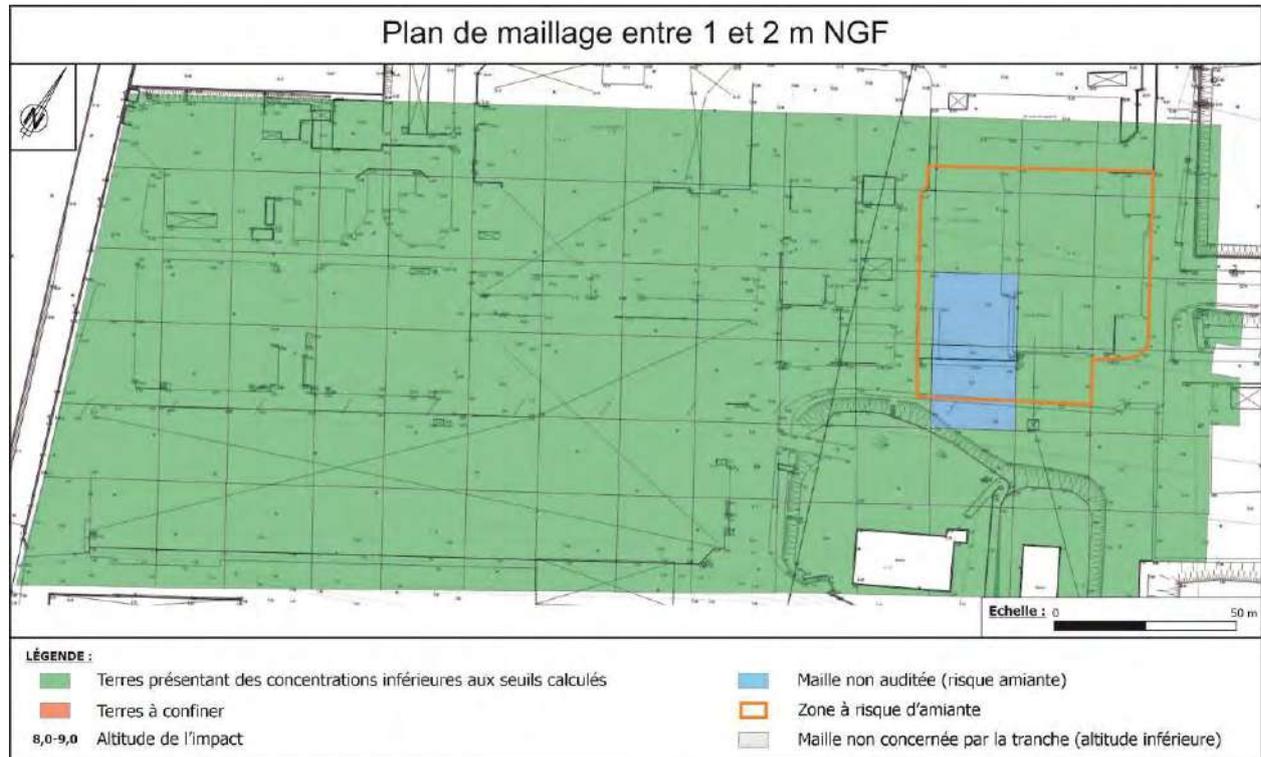


Figure 114 : Plan de maillage entre 1 et 2 m NGF  
Source : plan géomètre – état des lieux – SCP FRAISSE – ARNEL – DE COMBARIEU – janvier 2010

#### 4. CONTRAINTE SUR LES ÉMISSIONS

La technique de l'encapsulation n'engendrera pas d'émissions en elle-même toutefois, l'utilisation d'engins de chantier peut entraîner l'émission de poussières.

Le climat de la zone peut être très sec et venteux ce qui favorise la dispersion des poussières.

Il devra donc être prévu des systèmes d'arrosage pour éviter l'envol de poussières. Il sera également nécessaire d'aménager des pistes pour éviter que les engins qui entrent et sortent du site ne dispersent des poussières hors site.

#### 5. PERFORMANCES ATTENDUES

L'objectif est d'excaver l'ensemble des terres fortement impactées situées au droit du futur bâtiment.

Des contrôles de la qualité de sols devront être réalisés une fois les cotes de terrassement atteintes pour vérifier l'absence d'impacts résiduels. Le cas échéant, les excavations devront être poursuivies jusqu'à l'assainissement de la zone.

Des impacts importants sont présents pour les hydrocarbures. Il sera nécessaire de prendre en compte la présence de sols pollués et d'odeurs importantes qui pourraient émaner des fouilles et de s'en prémunir par l'utilisation de matériel adapté (cabine climatisée pour les engins de travaux, produits anti-odeur, limiter le travail manuel dans les zones polluées, le cas échéant utiliser des EPI adaptés).

Comme indiqué dans le paragraphe précédent, il sera nécessaire de mettre en œuvre les moyens nécessaires pour éviter la dispersion des poussières.

Les zones d'encapsulation seront contrôlées au fur et à mesure de l'avancement de leur mise en œuvre par :

- Contrôle par essai de plaque de la couche de fondation ;
- Contrôle de l'étanchéité (sous et sus jacentes) ;
- Contrôle des réseaux de drainage par micro-caméra.

## 6. PLANNING PRÉVISIONNEL

La réalisation des travaux de confinement sera calée sur le planning des travaux globaux et n'aura donc pas d'impact sur les délais de réalisation du projet.

Le planning détaillé sera émis ultérieurement lorsque les études travaux auront été achevées.

## 7. DÉTAIL DES COÛTS

Le tableau suivant présente le détail des coûts.

	unité	Optimiste	Pessimiste
Maille impactée	unité	18	21
surface maille	m <sup>2</sup>	500	
Volume impacté	m <sup>3</sup>	10 100	12 300
Volume impacté foisonné	m <sup>3</sup> f	11 615	14 145
Hauteur de la capsule	m	2,5	2,5
Largeur de la capsule	m	40	40
Longueur de la capsule	m	116,15	141,45
Surface côté long (x4)	m <sup>2</sup>	1 161,50	1 414,50
Surface côté court (x2)	m <sup>2</sup>	200	200
Total	m <sup>2</sup>	1 361,50	1 614,50
Couverture	€/ m <sup>2</sup>	5	35
	€	6 807,50	56 507,50
système drainant	€/ m <sup>2</sup>	1	3
	€	290,38	1 060,88
extraction de l'air du sol	€/ m <sup>2</sup>	1	3
	€/ m <sup>2</sup>	290,38	1 060,88
déshuileur / débourbeur	€	2 500	
Total	€ HT	9 888,25	61 129,25
Alea 15%	€ HT	1 483,24	9 169,39
Total Y compris aléa	€ HT	11 371,49	70 298,64

Tableau 116 : Synthèse des coûts

La principale incertitude sur les coûts des travaux d'encapsulation concerne le volume qui devra être stocké. Une diminution ou une augmentation de ce volume aura une influence sur le dimensionnement de l'alvéole et donc sur le coût final.

## XX. PROTECTION DES TRAVAILLEURS

La principale voie d'exposition est l'ingestion de particules de sol pollué, soit par le contact main-bouche, soit à l'ingestion de particules. Les voies par inhalation de particule et le contact cutané sont également à prendre en compte.

Il est nécessaire d'instruire le personnel des risques et des mesures à prendre :

- **Eviter au maximum l'émission de poussières** ;
- Eviter le contact avec la peau et les yeux ;
- Observer une hygiène corporelle et vestimentaire très stricte.

Pour ce faire, afin de minimiser les risques de contamination des travailleurs, le port des équipements de protections individuelles en présence de sols potentiellement pollués sont :

- Port de chaussures ou de bottes de sécurité ;
- Port de casque ;
- Port de gants ;
- Port de lunettes ;
- Port de masque respiratoire filtrant pour la protection contre les particules (masques P3) si besoin.

De plus, il sera recommandé de :

- Arroser les sols en phase terrassement en cas de temps sec ;
- Se laver les mains avant de manger ;
- Changer de tenue de travail tous les jours ;
- Avoir des vêtements de ville et vêtements de travail différents ;
- Eviter le contact avec les terres dans la mesure du possible.

Il sera également interdit de fumer sur site afin d'éviter les contacts main-bouche.

Ne pouvant nous substituer au coordonnateur Sécurité et Protection de la Santé (SPS), nous vous invitons à vous rapprocher de celui-ci afin de déterminer précisément les équipements de protection à **mettre en œuvre sur ce chantier et d'assurer** le respect de **l'application des mesures de** prévention des risques pour les travailleurs.

D'un point de vue technique :

- Instruire le personnel des risques présentés par ces produits, des précautions à observer et des mesures à prendre **en cas d'accident** ;
- Eviter au maximum **l'émission de poussières** et **l'inhalation de vapeurs** ;
- Eviter le contact avec la peau et les yeux. Mettre à disposition du personnel des vêtements de protection, des gants et des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage ;
- Observer une hygiène corporelle et vestimentaire très stricte : nettoyer et renouveler fréquemment les vêtements de travail, passer à la douche et changer de tenue après le travail, **s'essuyer les mains avec** des chiffons propres ;
- Se laver les mains et le visage avant les repas ;
- Veiller particulièrement à éviter toute souillure des sous-vêtements (proscrire les chiffons sales dans les poches) ;
- Ne pas fumer, boire ou manger pendant le travail et sur les lieux de travail.

D'un point de vue médical :

- Se reporter à la médecine du travail ;
- **Eviter l'exposition** à des produits contenant des éléments traces métalliques des sujets qui présentent des dermatoses, des atteintes rénales ou cardiaques chroniques.
- Informer les travailleurs des risques liés à ces produits ainsi que de **l'effet additif du tabac**. Il est important **de conseiller une surveillance, même après l'arrêt de l'exposition** du fait de la survenue retardée de certains cancers.



## CONCLUSION

*Ces conclusions se fondent sur les données disponibles à ce jour. Ces données ne peuvent être considérées comme exhaustives et des actions plus contraignantes ne peuvent être exclues sans la réalisation d'investigations plus approfondies. Les résultats donnent une image statistique qui ne peut en aucun cas présager de phénomènes particuliers sur les zones non sondées. De plus, ce diagnostic rend compte d'un état au moment des investigations, des actions anthropiques ou naturelles peuvent postérieurement apporter des modifications.*

Cette étude est menée pour le compte de la société GEMFI dans le cadre de la réalisation d'une plateforme logistique avec des espaces paysagers au droit d'un ancien site pétrochimique. Le terrain est situé au lieu-dit CABOT à cheval sur les communes de Berre-l'Étang et de Rognac.

Le site correspond aux parcelles AS 10 (Berre-l'Étang) et BW 2, 37 à 55, 57, 74 et 75 (Rognac) représentant une superficie d'environ 12 ha.

L'étude a permis :

- De constater l'état actuel ;
- De reconstituer un historique général du site et de ses environs depuis les années 2000 ;
- De déterminer le contexte environnemental de la zone **d'étude** (occupation des sols, géologie, hydrologie, etc.) ;
- D'appréhender la qualité des sols et gaz du sol au droit de l'emprise ;
- D'évaluer la nature des risques et de les quantifier en fonction de l'usage projeté ;
- De déterminer les mesures de gestion les plus favorables vis-à-vis du projet.

L'emprise du projet est à l'état de friche industrielle. La quasi-totalité des anciens bâtiments a été détruite. Seuls restent en place deux bâtiments (anciens bâtiments administratifs) ainsi que les planchers et fondations des anciennes structures formant plusieurs niveaux de terrasses.

Le site s'inscrit dans la zone pétrochimique de l'Étang de Berre. Celle-ci s'étend des collines de Barjaquets au Nord jusqu'à l'étang Vaine au Sud (étang secondaire de l'Étang de Berre) sur environ 10 km<sup>2</sup>. De nombreuses usines de raffinage et de stockage sont présentes dans le secteur ainsi que d'autres activités telles que le traitement et le stockage de déchets, des ferrailleurs, etc.

### Environnement et vulnérabilité du site

Toute la zone est localisée au droit d'un même bassin versant dont l'exutoire correspond à l'Étang de Berre. Ainsi, le territoire s'incline vers le Sud en direction de l'Étang. Le terrain soumis à l'étude se situe au pied des collines de Barjaquets à proximité immédiate du plan d'eau. À ce niveau l'étang est classé dans un état écologique moyen. Ce dernier est considéré comme vulnérable vis-à-vis du terrain d'assiette du projet du fait de l'existence de rejets directs en provenance du site et des sites voisins. Par ailleurs, il est également classé en tant que zone protégée (ZNIEFF II) et une zone de loisir (activité nautique, baignade, pêche recensées) y est présente. D'autres espaces protégés sont également présents à proximité, et des zones potentiellement humides sont recensées de part et d'autre du site. De ce fait, il est possible que la zone d'étude constitue également une zone potentiellement humide. En revanche, cette dernière n'est pas concernée par le Plan de Prévention des Risques Inondations par débordement. En effet, l'Étang est relié à la mer méditerranéenne.

Du fait de ce relief et de la proximité de l'étang, la géologie correspond, au-delà d'éventuels remblais, à des calcaires et marnes du Bégudien. L'ensemble de ces formations peut être considéré comme vulnérable vis-à-vis d'une pollution provenant de la surface. En effet, ces formations sont plus ou moins perméables et ne constituent donc pas un frein empêchant le transfert de pollution vers les formations sous-jacentes. D'après le plan de prévention des risques naturels, aucune zone d'ancienne carrière n'est située au droit de l'emprise du projet.

Les calcaires du Bégudien sont réputés comme aquifères. Ils sont peu productifs, néanmoins ils forment de nombreuses résurgences. Du fait de la proximité avec l'Étang de Berre, il est probable que les eaux souterraines soient en relation hydraulique avec les eaux de surface. Cet aquifère n'est pas utilisé pour l'alimentation en eau potable.



## Historique du site

L'emprise d'étude s'inscrit au Sud-Est de la zone pétrochimique de Berre et au Sud-Ouest de la zone industrielle des CABELLES. Ces deux complexes industriels recensent une soixantaine d'installations classées pour la protection de l'environnement au regard de la base de données BASIAS et huit dans la base de données BASOL.

La zone d'étude est référencée BASIAS et BASOL pour des activités liées à la pétrochimie. D'après les informations obtenues dans ces bases de données, plusieurs activités industrielles se sont succédées au droit de l'emprise du projet, à savoir :

- De 1864 à 1930 : stockages d'engrais ;
- De 1930 à 1951 : construction d'hydravions et centre d'apprentissage (Société avions Henry Potez) ;
- De 1956 à 2009 : fabrication de noir de carbone (CABOT).

Les photographies d'archives et les études menées n'ont pas permis de mettre en évidence le stockage d'engrais. En effet, l'observation des premières activités industrielles est faite à partir de 1935 pour la partie localisée sur la commune de Berre-l'Étang.

Les premières activités pétrochimiques sont observées sur le cliché de 1959 avec l'apparition de bacs de stockage et des fours.

Quant à la partie localisée sur la commune de Rognac, des activités d'excavation de sol sont observées en 1935. Il pourrait s'agir de travaux de préparation du site en vue de recevoir les futures installations ou d'une carrière à ciel ouvert. Néanmoins l'étude de vulnérabilité n'a pas révélé la présence d'une activité d'extraction de matériau sur site.

Progressivement, les activités pétrochimiques vont s'étendre sur la partie orientale dans le courant des années 1950.

Le site entrera quasiment dans sa configuration finale d'exploitation vers la fin des années 1980, avec la présence de :

- Une zone à bacs journaliers ;
- Deux aires de stockage en extérieur ;
- Des bâtiments (administratif, vestiaire, autres) ;
- Des hangars ;
- Des silos ;
- Des bâtiments techniques et de process ;
- Un poste de filtration ;
- Une centrale électrique ;
- Une zone à bacs principaux ;
- Un poste GFD ;
- Des citernes enterrées ;
- Un bassin de décantation ;
- Une cuve à fioul.

Seuls manquent l'accès au site au Sud-Est et l'actuel bassin d'orage.

La cessation d'activité aurait été notifiée courant 2010. Cette information est corroborée avec la démolition du site observée sur le cliché de 2013. L'ensemble des superstructures a été démantelé hormis les bâtiments administratifs et une cheminée.

À cette époque, plusieurs études environnementales ont été menées. Celles-ci ont révélé la présence d'impacts dans les sols, les eaux souterraines, les eaux superficielles et les sédiments de l'Étang de Berre. Des travaux de dépollution ont été menés sur site sur la matrice sol. Ils ont consisté en l'évacuation des terres les plus impactées selon trois spots de pollution (zone des bacs journaliers, mur de soutènement et cuve à fioul enterrée). L'arrêté préfectoral du 08 juin 2011 (167-2011) a fixé un seuil de dépollution à 5 000 mg/kg de MS pour les HCT C10-C40.

Les eaux souterraines sont toujours sous surveillance. D'après les études menées, l'impact serait dû au site voisin du projet. Une barrière hydraulique a été mise en place en 2008 en amont du site CABOT afin de ne plus l'impacter.

En résumé, tout le secteur CABOT, CABELLES et BRUNI accueille ou a accueilli des activités potentiellement polluantes et des impacts ont été observés sur les sols et les eaux souterraines.

## Investigations sur les sols – 1<sup>ère</sup> campagne d'investigation

Ces investigations ont permis de vérifier :

- La qualité des terres au droit de **l'emprise** du futur bâtiment (problématique principale) ;
- La qualité des terres au droit des zones historiquement impactées (zone ayant fait **l'objet** de travaux de dépollution) ;
- La qualité des terres au droit des zones où aucune investigation **n'a été** réalisée.

En effet, pour le premier point, la zone **d'étude** présente un fort dénivelé. La problématique principale des investigations était donc de vérifier la possibilité de procéder à des mouvements de déblais/remblais au droit de la future plateforme. En effet, **l'arase** de terrassement sera située à 10 m NGF et actuellement les altitudes varient entre 7 et 14 m NGF (dans l'emprise du futur bâtiment). Ainsi, au droit de la future plateforme, **l'objectif** était de déterminer si les terres situées au-dessus d'une altimétrie de 10 m NGF peuvent être réutilisées (déblais) afin de rehausser (remblais) la partie basse la plateforme.

La campagne **d'investigation** a consisté en la réalisation de 84 sondages à la pelle mécanique dont :

- 69 réalisés au droit de la future plateforme ;
- 12 réalisés au droit des zones historiquement impactées ;
- 5 réalisés au droit des zones non auditées à ce jour.

Les sondages ont été descendus entre 0,5 et 4 m de profondeur - investigations géologiques sommaires - et le prélèvement de 110 échantillons tous soumis à analyse pour les polluants liés aux activités exercées – investigations géochimiques sommaires<sup>14</sup>. Lors des investigations de nombreux refus ont été subis. En effet, le terrain se compose de remblais puis **d'une** superposition de bancs calcaires indurés et de bancs **d'argile** marneuse.

De manière générale les remblais présentent des indices organoleptiques de pollution (terres grisâtres à noires avec **odeurs d'hydrocarbures**) et également la formation argilo-marneuse. Par conséquent, il est possible que des impacts de pollution soient présents sous les bancs indurés **qui n'ont pas** pu être traversés.

Des arrivées **d'eau** ont été observées sur quelques sondages. Il pourrait **s'agir** soit de résurgence de la **nappe d'eau** souterraine, soit d'une canalisation favorisant l'infiltration et la circulation des eaux de pluie.

## Investigations sur les eaux souterraines – 2<sup>ème</sup> campagne d'investigation

Lors des premières interventions au droit du site CABOT, l'actuel réseau de surveillance des eaux souterraines a été révélé hors d'usage. Ainsi, une campagne **d'investigation** des eaux souterraines a été effectuée et a consisté en la réalisation de 4 piézomètres descendus entre 8 et 15 m de profondeur à la foreuse mécanique (équipée d'un marteau de fond de trou). Seuls trois piézomètres étaient demandés pour la remise en place du réseau de surveillance par l'arrêté préfectoral du 04/03/2010 (329-2008A).

La surveillance de la qualité des eaux souterraines est prescrite par ce même arrêté à la charge d'un confrère. Par conséquent, aucune investigation plus poussée **n'a été** réalisée sur ce milieu. Aucun prélèvement des eaux souterraines **n'a donc été** réalisé.

## Investigations sur les gaz de sol – 2<sup>ème</sup> campagne d'investigation

La campagne **d'investigation** a consisté en la réalisation de 43 piézaires descendus entre 1 et 4 m de profondeur à la foreuse mécanique (équipée d'un marteau de fond de trou) au droit de la future plateforme logistique, et le prélèvement de 86 échantillons pour les composés organiques et 86 échantillons pour le mercure (hors blancs de chantier et blancs de transport). Les piézaires ont été installés au droit des zones réputées impactées lors des investigations sur les sols et au droit des zones dont **l'arase** de terrassement **n'a pas pu être** atteinte (calcaire induré).

---

<sup>14</sup> Ces investigations donnent une image statistique qui ne peut en aucun cas présager des résultats sur les zones non sondées et sur les niveaux non soumis à analyse.



En l'état des connaissances, pour l'usage futur du site

Pour les composés métalliques dans les sols :

Les concentrations en arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure nickel, plomb et zinc sont supérieures aux valeurs hautes de l'INRA/ADEME et/ou des valeurs seuils de l'AIGRETTE.

Ces anomalies sont essentiellement rencontrées dans les remblais malgré des marquages dans le terrain naturel sous-jacent. Ces concentrations sont de nature à présenter un risque pour les futurs usagers.

Pour les composés organiques dans les sols :

En ce qui concerne les composés organiques recherchés (BTEX, HCT C5-C10, HCT C10-C40 et HAP), il a été mis en évidence :

- Au droit de la future plateforme :
  - 7 spots de pollutions avérés ;
  - 10 zones de marquages non négligeables ;
  - Des concentrations à l'état de trace en polluants organiques essentiellement dans les remblais s'étendant dans la formation naturelle sous-jacente.
- Au droit des futurs espaces verts paysagers :
  - 1 spot de pollution avéré ;
  - 4 zones de marquages non négligeables ;
  - Des concentrations à l'état de trace en polluants organiques essentiellement dans les remblais s'étendant dans la formation naturelle sous-jacente.

Ces concentrations sont susceptibles de présenter un risque pour les futurs usagers.

Pour les composés organiques dans les gaz du sol :

Aucun impact en mercure n'est détecté.

En ce qui concerne les composés organiques, il a été mis en évidence :

- Des concentrations traces en COHV et en naphthalène ;
- Des concentrations significatives et des marquages en BTEX, TPH aromatiques et aliphatiques.

Plusieurs spots de pollutions ont été mis en évidence au droit du **site d'étude** et notamment au **droit de l'emprise** de la future plateforme pouvant remettre en cause :

- **D'une** part la réutilisation de ces terres en remblais ;
- **D'autre** part l'édification d'une plateforme du fait d'un possible dégazage à travers la dalle béton pouvant engendrer un excès de risque sanitaire.

De plus, lors des investigations, de nombreux refus ont été subis du fait de la présence de bancs de calcaires indurés. À ce jour le manque d'information concernerait environ 16 045 m<sup>3</sup> de terres en place au droit du futur bâtiment en tenant compte d'une arase de terrassement située à 10 m NGF.

## Seuils de coupure

Pour rappel, la Préfecture des Bouches-du-Rhône a fixé un seuil de dépollution en HCT C10-C40 à 5 000 mg/kg de MS. Néanmoins, en ce qui concerne les autres paramètres, aucun seuil n'a été imposé.

Les investigations sur site ont révélé la présence d'au moins une zone présentant des concentrations en HCT C10-C40 supérieures aux seuils définis par la Préfecture des Bouches-du-Rhône (5 000 mg/kg de MS). De plus, elles ont également révélé la présence de pollutions concentrées pour les autres composés organiques (matrices sol et gaz de sol) ainsi que pollutions diffuses en éléments traces métalliques et en composés organiques. Ces pollutions ont été jugées acceptables vis-à-vis du projet et au regard des résultats de l'évaluation des risques sanitaires, pour les expositions par inhalation de vapeur en intérieur et en extérieur. Néanmoins, afin de respecter la méthodologie des sites et sols pollués, des seuils de coupure ont été déterminés afin d'isoler les terres présentant les marquages les plus importants.

Cette étude a permis de déterminer les seuils suivants :

- Pour les sols :
  - 500 mg/kg de MS pour les HCT C10-C40 (seuil recalculé) ;
  - 100 mg/kg de MS pour les HCT C5-C10 ;



- 1 mg/kg de MS pour les BTEX ;
- 10 mg/kg de MS pour les HAP.
- Pour les gaz de sol :
  - 1 000 µg/l pour les TPH aliphatiques ;
  - 30 µg/l pour les TPH aromatiques ;
  - 25 µg/l pour les BTEX.

Il a été estimé un volume compris entre :

- 10 100 m<sup>3</sup> de terres en place présentant des concentrations dépassant les seuils, en considérant le seuil de 5 000 mg/kg de MS pour les HCT C10-C40 ;
- 12 300 m<sup>3</sup> de terres en place présentant des concentrations dépassant les seuils (seuils calculés, sans tenir compte du seuil de la Préfecture) ;
- 16 045 m<sup>3</sup> de terres en place dont la qualité n'est pas connue (refus lors des investigations sur les sols).

### Analyse des enjeux sanitaires

Compte tenu des résultats analytiques et afin de statuer sur l'éventuelle présence de risques sanitaires pour les futurs usagers, une analyse des enjeux sanitaires a été réalisée.

Les enjeux pour lesquels les risques ont été évalués dans cette analyse des enjeux sanitaires sont les adultes travailleurs. Une distinction a été faite entre des travailleurs qui serait plus souvent utilisateurs des bureaux que des cellules de stockage et inversement

Les scénarios d'exposition retenus sont les suivants :

- Inhalation de vapeur dans l'air extérieur ;
- Inhalation de vapeur **dans** l'air intérieur des bureaux ;
- Inhalation de vapeur dans l'air intérieur des cellules de stockage.

Les voies d'exposition par contact direct (ingestion de sol, inhalation de poussières, contact cutané) n'ont pas été étudiées car elles devront être supprimées par le recouvrement des sols du site par des terres saines.

La voie d'exposition par perméation n'a pas été prise en compte dans cette évaluation. En effet, les arrêtés préfectoraux contraignant le site imposent la réalisation des canalisations « hors sol ».

Les résultats des calculs de risque montrent que les niveaux de risques sont acceptables pour l'ensemble des scénarios envisagés.

Les concentrations modélisées dans l'air ambiant sont nettement inférieures aux valeurs de référence d'exposition professionnelles (VLEP) émises par l'INRS.

Les résultats de l'analyse des enjeux sanitaires montrent que les niveaux de risques par inhalation sont nettement inférieurs au seuil d'acceptabilité. La réalisation et l'utilisation des bâtiments peut donc se faire sans contrainte particulière.

En revanche, le recouvrement des espaces verts par des matériaux sains et la réalisation des réseaux d'adduction d'eau potable devront être réalisés de façon à éviter tout risque de contamination.

Ces conclusions sont basées sur les paramètres, données et scénarios disponibles au moment de la réalisation de l'étude. En cas de modifications, les conclusions émises dans le présent rapport seront caduques.

## Mesure de gestion

La méthodologie des sites et sols pollués préconise le retrait des spots de pollution concentrée. Ainsi, deux mesures de gestion ont été proposées :

- L'excavation puis l'évacuation des terres en installation spécialisée ;
- Le confinement des terres sur site.

La détermination de la mesure de gestion la plus favorable est basée sur les 5 critères suivants :

- Critères techniques, normatifs et organisationnels ;
- Critères économiques ;
- Critères environnementaux, hygiène/sécurité ;
- Critères socio-politiques ;
- Critères juridiques et réglementaires.

Au regard de l'analyse multicritères, l'encapsulation des terres polluées apparaît la mesure de gestion la plus favorable.

En l'état des connaissances, pour ce qui a trait aux évacuations de déblais

Dans le cas où les terres devaient être évacuées du site, au vu des observations de terrain, des résultats analytiques et de l'arrêté du 12 décembre 2014 :

- Les terres présentant des concentrations en HAP supérieures à la valeur seuil d'installation de stockage de déchets dangereux (ISDD) seront à évacuer vers un centre de traitement adapté ou envoyées en incinération ;
- Les terres présentant des concentrations en HCT C10-C40 supérieures à la valeur seuil d'installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND) seront à évacuer vers un centre de traitement adapté ou en installation de stockage de déchets dangereux (ISDD) ;
- Les terres présentant des concentrations en HCT C10-C40 supérieures à la valeur seuil d'installation de stockage de déchets inertes (ISDI) seront à évacuer vers un centre de traitement adapté ou en installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND).

Il est important de noter que seules les analyses sur les HCT C10-C40, HAP et BTEX ont été réalisées. Dans le cas d'évacuation de terres, il sera nécessaire de réaliser des analyses complémentaires afin de remplir l'ensemble des conditions de l'arrêté du 12 décembre 2014. Ces analyses porteront sur les critères suivants :

- Sur brut :
  - Polychlorobiphényles (PCB), carbone organique total (COT) ;
- Sur éluât : 12 métaux toxiques, fraction soluble, fluorures, chlorures, sulfates, carbone organique total (COT), indice phénol.

De plus, aucune analyse des COHV n'a été réalisé sur les sols (uniquement dans les gaz de sol). Certaines filières d'évacuation exigent ces analyses en plus des paramètres nommés dans l'arrêté du 12/12/2014.

Mesures à mettre en œuvre et préconisations

*En ce qui concerne l'arrêté préfectoral du 04 mars 2010*

Pour rappel le terrain d'assiette du projet est soumis à arrêté préfectoral imposant au site des servitudes d'utilité publique (arrêté du 04/03/2010 – 329-2008A).

Des non conformités ont été observées lors des investigations notamment en ce qui concerne :

- Le réseau de surveillance des eaux souterraines hors d'usage. La date de détérioration est antérieure à l'intervention de LETOURNEUR CONSEIL ;
- Le site n'est pas correctement clôturé. Il est nécessaire d'interdire l'accès au site via la mise en place d'une barrière infranchissable ;

- Les résurgences des eaux souterraines ne sont pas protégées. Il est nécessaire d'interdire l'accès aux résurgences des eaux souterraines via la mise en place **d'une** barrière infranchissable.

En ce qui concerne le réseau de surveillance, les investigations menées à ce jour ont permis de lever cette non-conformité.

#### *En ce qui concerne la présence potentielle **d'une** zone humide*

Lors des investigations menées sur les sols, plusieurs indices (flore hydrophile, traces **d'oxydo-réduction** dans les sols) indiquent la présence **d'une** zone humide, notamment à proximité des bassins. Néanmoins, la bibliographie ne classe pas le site comme potentiellement humide. La réalisation **d'un** diagnostic zone humide permettrait de statuer définitivement sur ce point.

Les informations connues au droit de cette zone laissent présager **de l'existence** éventuelle **d'une** zone humide au droit **de l'emprise** du projet. Les zones humides sont protégées par le code l'environnement (article L.211-1 du **code de l'environnement**). **L'autorité administrative peut s'opposer** à des travaux ayant un impact fort et inacceptable **sur l'environnement** et la nécessaire préservation de ces infrastructures naturelles stratégiques. La destruction de zones humides sans autorisation est susceptible de poursuites et sanction pénales.

Il sera donc nécessaire de réaliser un diagnostic de zones humides comprenant des investigations de terrain (flore et pédologie) afin de confirmer ou infirmer la présence de la zone humide.

Si la présence d'une zone humide est confirmée, il sera nécessaire de réaliser un dossier loi sur **l'eau**. **Il** incombe au porteur de projet dans son dossier Loi **sur l'eau** :

- **D'énoncer** les incidences de son projet sur la ressource en eau ;
- De justifier de la compatibilité de son projet avec le SDAGE et les cas échéant avec le SAGE approuvé ;
- Après avoir cherché à éviter un impact sur les zones humides, de présenter le cas échéant les mesures correctives ou compensatoires.

Pour mémoire, le SDAGE du bassin prévoit les modalités d'examen des projets soumis à déclaration ou à autorisation en zones humides.

« Dans le cadre de l'examen des projets [...] il peut être demandé au pétitionnaire :

- De délimiter précisément la zone humide dégradée ;
- **D'estimer** la perte générée en termes de biodiversité ([...]) et de fonctions hydrauliques ([...]). Les mesures compensatoires doivent obtenir un gain équivalent sur ces aspects, en priorité dans le bassin versant impacté et en dernier ressort à une échelle plus large. A cet effet, elles prévoient l'amélioration et la pérennisation de zones humides encore fonctionnelles ([...]) ou la recréation d'une zone humide équivalente sur le plan fonctionnel et de la biodiversité, d'une surface au moins égale à la surface dégradée et en priorité sur la même masse d'eau. A défaut, les mesures compensatoires prévoient la création d'une zone humide à hauteur de 150 % de la surface perdue. »

Nous restons à votre disposition pour ce faire.

#### *En ce qui concerne les spots de pollution*

La méthodologie de gestion des sites et sols pollués précise que « *lorsque des pollutions concentrées sont identifiées [...] la priorité consiste d'abord à déterminer les modalités de suppression des pollutions concentrées, plutôt que d'engager des études pour justifier leur maintien en l'état [...]* ». Le constat de **l'existence d'une** pollution concentrée doit donc conduire prioritairement à son traitement sans calcul préalable de risques sanitaires et/ou de notion de transferts.

Nous vous recommandons **donc de curer l'ensemble** des spots de pollution concentrée mis en évidence lors des investigations et de les confiner sur site même si leur maintien en place n'engendrerait pas d'excès de risque sanitaire.



Nous attirons votre attention sur le fait que de nombreux refus ont été subis lors des investigations sur les sols.

Les investigations sur les gaz de sol ont permis de lever les doutes concernant la comptabilité des terres laissées en place sous le bâtiment.

Néanmoins, la technique utilisée pour la mise en place des piézomètres et des piézaires ne permet pas de prélever les sols aux profondeurs voulues (méthode destructive).

La solution la plus adéquate sera de vérifier la qualité des terres à l'avancement des travaux. Les terres présentant des indices de pollution devront être stockées en attendant les résultats d'analyse permettant de valider ou non leur réutilisation sous le bâtiment.

#### En ce qui concerne le retrait des canalisations

Nous vous rappelons la présence de réseaux enterrés. Ces derniers ont pu servir au transport, stockage de produits pétroliers. Il sera nécessaire de démonter l'ensemble de ces installations. Les tuyauteries et structures annexes devront être vidangées, nettoyées et dégazées.

L'ensemble des déchets (cuves, eaux souillées, béton, tuyauterie) devra être évacué en filière spécifiques et agréées.

L'entreprise qui intervient dans ce cadre fournit un certificat à l'utilisateur garantissant à la bonne exécution des opérations d'inertage citées ci-dessus.

Une fois les installations retirées, il sera nécessaire de vérifier la qualité des terres sous-jacentes avec la réalisation d'investigations complémentaires. Les résultats d'analyses permettront de déterminer les filières d'évacuations ou la possibilité de réemploi des terres.

#### En ce qui concerne la présence des bassins

Nous vous rappelons la présence de deux bassins sur site (bassin d'orage et bassin de décantation) actuellement en eau. Dans le cadre du projet, ces bassins seront voués à disparaître. Il est donc nécessaire de réaliser des investigations complémentaires sur la matrice eau de surface afin de définir le devenir des eaux.

#### En ce qui concerne la présence d'enrobé

Par ailleurs, la présence d'enrobé a été observée sur site. Il sera nécessaire de réaliser des investigations complémentaires (amiante et HAP) afin de déterminer sa prise en charge :

- Réutilisation ;
- Évacuation.

#### En ce qui concerne la zone amiantée

Nous vous rappelons la présence de matériaux amiantés enfouis dans les sols, notamment au droit de l'ancienne centrale électrique. Il sera nécessaire de faire appel à une société spécialisée en désamiantage pour réhabiliter la zone.

#### En ce qui concerne l'impact migrant vers l'extérieur du site

Au regard de l'ensemble des informations acquises à ce jour :

- Diagnostic antérieur ;
- Etude historique ;
- Etude de vulnérabilité ;
- Investigation sur les sols ;
- Investigation sur les eaux souterraines ;
- Investigation sur les gaz de sol.

Il est fort probable que les pollutions détectées dans les sols, les eaux souterraines, les gaz de sol aient migré vers l'extérieur du site en aval hydraulique. Ces pollutions sont liées aux anciennes installations pétrochimiques du site et également celles situées en amont hydraulique.

Seule la réalisation d'une démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) permettra de quantifier et de qualifier les pollutions susceptibles de se retrouver hors site. Il est important de noter que l'Etat de



Berre se situe en aval hydraulique du site (environ 20 m au Sud). Cette zone protégée doit être impactée par les rejets en provenance du site.

#### Limites du rapport

Le présent rapport dans son intégralité est :

- Rédigé à l'usage exclusif du client et de manière à répondre à ses objectifs indiqués dans la proposition commerciale de LETOURNEUR CONSEIL ;
- Réalisé pour le donneur **d'ordre** selon l'éventuel contrat passé ;
- Propriété exclusive du donneur **d'ordre**.

Le présent rapport (texte, figures, tableaux et annexes) est un tout indissociable. La responsabilité de LETOURNEUR CONSEIL ne saurait être engagée en cas :

- D'utilisation partielle ou inappropriée ;
- D'interprétation dépassant les recommandations émises.

Une étude de la pollution du milieu souterrain a pour seule fonction de renseigner sur la qualité des sols, des eaux, des gaz du sol ou des déchets contenus dans le milieu souterrain. Toute utilisation en dehors de ce contexte, dans un but géotechnique par exemple, ne saurait engager la responsabilité de notre société. Nous déclinons toute responsabilité envers le client et tout tiers pour tout ce qui ne fait pas partie du domaine de compétence des sites et sols pollués. Notamment, cette étude **n'a pas pour but** de déterminer les caractéristiques géotechniques des sols, leurs qualités physico-chimiques vis-à-vis des infrastructures, etc.

Ce rapport est destiné au donneur **d'ordre**. LETOURNEUR CONSEIL **n'a** aucune responsabilité de quelque nature que ce soit envers des tiers auxquels ce rapport aurait été communiqué en tout ou en partie. Aucun engagement ne sera pris, aucune déclaration ne sera faite, aucune garantie ne sera concédée à une tierce partie.

Le rapport est basé sur les limites et incertitudes des connaissances techniques, réglementaires, normatives et scientifiques disponibles et applicables à la date de sa rédaction.

Il est précisé que la mission repose sur une reconnaissance du sous-sol réalisée au moyen de sondages répartis sur le site, soit selon un maillage régulier, soit de façon orientée en fonction des informations historiques et/ou de la localisation des installations indiquées par l'exploitant comme pouvant être à l'origine d'une pollution. Ce type de reconnaissance par sondage ne permet pas de lever la totalité des aléas, notamment la présence de pollution non détectée entre deux points de sondage, au-delà de la hauteur auditée ou encore la diffusion des pollutions liée à des hétérogénéités du milieu naturel ou artificiel. Par ailleurs, l'inaccessibilité de certaines zones peut entraîner un défaut d'observation non imputable à notre société.

Les prestations réalisées ont nécessité une interprétation des conditions environnementales, géologiques, géochimiques et hydrologiques basées sur des données ponctuelles susceptibles **d'évoluer** dans le temps. Du fait du caractère ponctuel des **observations**, l'interprétation et donc les conclusions sont susceptibles de différer des conditions réelles existantes.

La responsabilité de LETOURNEUR CONSEIL ne pourra être engagée si le donneur **d'ordre** lui a transmis des informations erronées ou incomplètes.

Nous vous rappelons que cette étude rend compte **d'un** état au moment des investigations, des actions anthropiques ou naturelles peuvent postérieurement apporter des modifications.

Restant à votre disposition.

Emma LE ROY

Jonathan DONNAËS  
Damien ANGELON

Martine LETOURNEUR

