

Remediation sites et sols pollués



Merlon Mean-Penhoët à Saint-Nazaire (44)

Etude du devenir des terres excavées issues du
réaménagement du boulevard des Apprentis

Réalisé pour :
CARENE
Direction de l'urbanisme et de l'aménagement durable
4 avenue du Commandant l'Herminier
44605 Saint-Nazaire Cedex

prêts pour la révolution de la ressource



SUEZ RR IWS REMEDIATION FRANCE
Agence Atlantique – 25 rue Bobby Sands -
44813 St HERBLAIN Tél : +33(0)2 40 43 61 97
Siège social – 17 rue du Périgord 69330
Meyzieu, France Tél : +33(0)4 72 45 02 22

S.A.S au capital de 492 106 €
SIRET 379 578 883 00033
RCS LYON n° 379 578 883
APE 3900 Z
TVA-FR 20 379 578 883

Rapport n°B7 17 006 0 – V1 pour avis

Etude du devenir des terres excavées issues du réaménagement du bd des Apprentis

Site : « Boulevard des Apprentis et ses abords »
44 600 SAINT NAZAIRE

Ce rapport est conforme à la norme AFNOR NF X 31-620

Certification de service des prestataires dans le domaine des sites et sols pollués – Partie 2 : Etudes, assistance et contrôle

Nombre d'exemplaires à diffuser : 2 exemplaires papier + 1 version pdf compilée
A adresser à : M. PODEUR – CARENE

Auteur	Vérificateur	Approbateur
<p>Soizic FRENOT Ingénieur d'affaires Chef de projet</p>	<p>Pascale LAMBERT Responsable Direction Technique Expertise et Ingénierie Chloé TOURANCHET Directrice adjointe Atlantique</p>	<p>Gilles VERCHERE Directeur de l'agence Atlantique Superviseur</p>

Version	Date	Modifications - Observations
Version 1	03/07/2019	Version transmise pour avis

**CERTIFICATION DE SERVICE DES PRESTAIRES
DANS LE DOMAINE DES SITES ET SOLS POLLUÉS**

SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-2
ÉTUDES, ASSISTANCE
ET CONTRÔLE

SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-3
INGÉNIERIE DES TRAVAUX
DE RÉHABILITATION

SITES ET SOLS POLLUÉS
NF X 31-620-4
EXÉCUTION DES TRAVAUX
DE RÉHABILITATION

QUALITY SYSTEM CERTIFICATION
ISO 9001

www.lne.fr

- Système **qualité ISO 9001**, assurant une qualité de service et une capacité à satisfaire des exigences.
- Certifications **MASE – UIC** garantissant un respect strict des mesures de **sécurité**
- Certifications de **service** des prestataires pour **les sites et sols pollués** suivant la norme AFNOR NFX 31-620
- Une **solidité financière** et une garantie d'exécution par l'appartenance au groupe **SUEZ**

SYNTHESE TECHNIQUE

Site étudié

Dénomination :	Boulevard des Apprentis et ses abords : le merlon Mean-Penhoët
Adresse :	Saint Nazaire (44)
Problématique :	10 420 tonnes de terres excavées stockées sur une plate-forme temporaire depuis l'automne 2017 – en attente d'évacuation ou de réemploi. En parallèle, besoins en matériaux (8 000 m ³) dans le cadre du projet de réaménagement du boulevard ainsi que ses abords, notamment le merlon Mean-Penhoët.

Objectif de l'étude

Dans l'optique de gérer les terres excavées issues des travaux du réaménagement du merlon Mean-Penhoët, la CARENE a mandaté SUEZ Remediation afin de caractériser le stock de terres et de proposer des scénarii de gestion possible de ces terres, en tenant compte des projets en cours au niveau des abords du boulevard des Apprentis, et notamment au droit du merlon Mean-Penhoët. Le réaménagement du merlon nécessitera en effet des apports importants de matériaux pour sa rehausse (donnée CARENE : 8 000 m³ y compris terre végétale), afin d'intégrer des caractéristiques d'écran phonique au projet de réaménagement paysager du merlon.

Éléments de la mission selon la norme NF X 31-620

Prestation globale	Prestations élémentaires	
/	A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées
	A320	Analyses des enjeux sanitaires
	A330	Bilan coûts-avantages

Investigations réalisées

Terres excavées	Réalisation de 37 mailles avec 1 échantillon composite par maille de 250 t et ponctuellement jusqu'à 500 t environ	Analyses : Métaux sur brut et packs ISDI complets
-----------------	--	---

Résultats analytiques sur le stock de terres excavées

Qualité du stock de terres excavées :

Géologie du stock de terres : proportion très majoritaire de matériaux anthropiques (remblais : matrice sablo-graveleuse) avec des blocs bétons, pierres, et parfois des déchets types enrobé, ferrailles, plastiques, bois /racines, bidim... et des argiles grises en mélange (mailles B2-B3-B4, C2-C3-C4-C5-C6, D4 et D5).

Ponctuellement dans deux mailles **C2** et **E5**, il a été noté la présence d'amiante ciment => gestion en filière spécifique à prévoir.

Pour les 37 mailles caractérisées, les résultats mettent en avant :

- la présence de métaux en teneurs très importantes sur brut (plomb, zinc, cuivre, mercure, cadmium) – le mercure est choisi comme traceur des pollutions principales en métaux sur brut => 5 mailles concernées par des teneurs > 6 mg/kg,
- des dépassements des critères d'acceptation en ISDI sur 17 mailles (dont 2 avec présence d'amiante-ciment), redevables d'une filière agréée autre.

Le tableau suivant présente la répartition par maille et le critère principal de refus en ISDI associé :

Mailles n°	Tonnage	ISDI*	Non inerte**	Critères de refus (seuils ISDI) ou seuil Hg sur brut proposé = 6 mg/kg) ou présence amiante
A1-2	505		X	Arsenic sur éluat
A3	253	X		/
A4	253	X		/
A5-6	505		X	Mercuré sur brut > 6 mg/kg
B1	253	X		
B2	253	X		
B3	253	X		
B4	253	X		
B5	253	X		
B6	253		X	Mercuré sur brut > 6 mg/kg
C1	253	X		
C2	253		X	Antimoine (et Sulfates) sur éluat - présence d' amiante-ciment
C3	253		X	Fluorures et sulfates sur éluat
C4	253	X		
C5	253	X		
C6	253		X	Fraction soluble et sulfates sur éluat Mercuré sur brut > 6 mg/kg
D1	253	X		
D2	253	X		
D3	253		X	Antimoine sur éluat
D4	253		X	HCT et HAP sur brut
D5	253	X		
D6	253		X	Cadmium sur éluat - Fraction soluble et sulfates sur éluat - mâchefers Mercuré sur brut > 6 mg/kg
E1	253	X		
E2	253		X	PCB sur brut
E3	253		X	Antimoine sur éluat
E4	253		X	Antimoine sur éluat - Fluorures sur éluat
E5	253		X	Antimoine sur éluat - présence d' amiante-ciment
E6	253		X	Mercuré sur brut > 6 mg/kg et sulfates sur éluat
F1	253	X		
F2	253	X		
F3	253		X	Fluorures sur éluat
F4	253		X	Molybdène sur éluat - Fluorures sur éluat
F5	253		X	Antimoine sur éluat
F6	253		X	Plomb sur éluat
G1-2	442	X		
G3-4	442		X	Fluorures sur éluat
G5-6	442		X	PCB sur brut, présence de mâchefers
Tonnages totaux	10 418	4483	5935	

* ISDI : Installation de stockage de déchets inertes

* Non inerte : redevable d'une filière autre que ISDI sur la base des critères de l'AM du 12/12/2014 et/ou sur la base des teneurs en mercure sur brut pour 5 mailles : A5-6, B6, C6, D6 et E6

* Les orientations filières sont proposées uniquement sur la base des résultats analytiques présentés dans ce rapport : les critères d'acceptabilité ISDI ne valent pas acceptation immédiate, ce sont les seuils d'acceptation propres à chaque filière d'élimination qui déterminent le choix de destination des terres. De plus, à titre indicatif, ces critères ne constituent en aucun cas des seuils de dépollution.

Schéma conceptuel – analyse qualitative des risques sanitaires pour un réemploi des terres sur le merlon

En considérant un réemploi des terres excavées pour la rehausse du merlon, en surface et potentiellement en profondeur, les risques potentiels générés par la qualité de ces terres seraient liés :

- sur le site du merlon, à l'exposition des usagers adultes et enfants par ingestion accidentelle de sols, contact cutané, et à l'inhalation de poussières et à l'ingestion de fruits en cas de plantation d'espèces comestibles sur les terres excavées qui seraient mises en place, ou en cas de maintien des arbres fruitiers et muriers en place (étude en cours sur la gestion des arbres fruitiers et muriers actuels) ;
- hors-site, pas d'impact suspecté – l'envol de poussières issu du merlon est considéré négligeable de par la présence d'une couverture végétale et les phénomènes de dispersion / dilution dans l'atmosphère.

Des mesures de gestion sont à prévoir pour permettre le réemploi de terres excavées sur le merlon Mean-Penhoët et son ouverture au public comme lieu de promenade. Elles sont présentées ci-après.

Comparaison des scénarii possibles de gestion des terres excavées

Le détail des différents scénarii étudiés est présenté dans le Tableau 16 : Bilan coûts avantages des différents scénarii étudiés, au chapitre VIII.5. Le tableau ci-après présente les coûts et synthétise les scénarii de gestion retenus à l'issue du BCA.

Phase	Description	Durée	Coût estimatif (K€ HT)
Gestion des terres excavées :			
<ul style="list-style-type: none"> - Prévention des impacts sanitaires lors de travaux de gestion des terres (protection des travailleurs) - Gestion des terres en fonction de leur qualité avec un besoin de 4 000 m³ en réemploi sur site du merlon soit 7 200 tonnes 			
Scénario 1A	Réemploi des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) <u>sans critères de tri ni d'analyses</u> – hormis interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5) et env. 2700 t parmi les terres excédentaires redevables de l'ISDI (toutes les mailles sauf 1 de 250 t env.)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	300 à 350 k€
Scénario 1B	<u>Réemploi sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 11 mg/kg, HAP < 100 mg/kg, HCT < 1000 mg/kg, PCB < 2 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 1000 t en ISDD (mailles B6, C6, D4, E6) et env. 1700 t à prendre dans les mailles redevables de l'ISDI.	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	400 à 450 k€
Scénario 1C	<u>Réemploi sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 6 mg/kg, HCT < 500 mg/kg, HAP < 50 mg/kg, PCB < 1 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env.250 t vers l'ISDI (soit 1 maille : par exemple A3), env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 700 t vers l'ISDND (mailles E2 et G5-6) et env. 1760 t vers l'ISDD (mailles A5-6, B6, C6, D4, D6, E6)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	600 à 650 k€
Scénario 2	100 % des terres à envoyer en filières agréées	2 mois	800-900 k€
Actions complémentaires	Optimisation des volumes à évacuer en filières spécialisées type ISDND et ISDD par criblage (hors mailles contenant de l'amiante)	< 1 mois	Gain possible pour les scénarii 1C et 2 : environ 30 k€
	Pour les scénarii 1 : grillage avertisseur à prévoir + apport de terre végétale d'au moins 0,3 m d'épaisseur* Grillage avertisseur : Estimatif 5 € / m ² – surface merlon 10 000 m ²	< 1 mois	TV prévue pour le projet non chiffré + 50 k€* grillage

	<p>Restrictions d'usage sur site :</p> <ul style="list-style-type: none"> - interdiction de planter des espèces comestibles dont arbres fruitiers, - interdiction d'utiliser les eaux souterraines, - Assurer la pérennité du recouvrement des remblais par au moins 0,30 m de terre végétale saine et du grillage avertisseur sous-jacent, - obligation de prise en compte de l'état résiduel du sous-sol en cas de modification des aménagements considérés dans le présent rapport. <p>Conservation de la mémoire de l'état du site : Inscription des servitudes dans les documents d'urbanisme</p>	<p>Jusqu'à levée argumentée des restrictions.</p>	<p>< 5 K€ pour un dossier de mise en place de restrictions d'usage</p>
<p>Coût estimatif global par scénario</p>	<p>Scénario 1A</p>	<p>300 à 350 k€*</p>	
	<p>Scénario 1B</p>	<p>400 à 450 k€*</p>	
	<p>Scénario 1C</p>	<p>600 à 650 k€*</p>	
	<p>Scénario 2</p>	<p>800 à 900 k€*</p>	

* Remarque : Le montant pour l'achat du grillage avertisseur à mettre en place au droit du merlon Mean-Penhoët serait également à prendre en compte dans le cadre du projet de réaménagement dudit merlon, même en cas de non réutilisation des terres excavées en attente sur la plate-forme temporaire, au vu de la qualité médiocre des sols de surface déjà présents sur le merlon.

De même l'apport de terre végétale saine et la mise en place de servitudes seront à réaliser quel que soit le scénario retenu pour la gestion des terres excavées.

Ainsi ces montants n'ont pas été intégrés aux coûts estimatifs globaux présentés ci-dessus.

Mise à jour du schéma conceptuel & analyse quantitative des risques sanitaires

L'analyse quantitative des risques sanitaires met en avant des risques par ingestion accidentelle des sols voire par ingestion de fruits autoproduits sur le site en cas de non recouvrement des sols impactés et en cas de plantation d'espèces végétales comestibles ou de maintien des espèces en place.

Aussi il apparaît nécessaire d'appliquer les modalités de réemploi des terres excavées décrites précédemment, à savoir :

- la protection des travailleurs lors des manipulations, mises en place des terres,
- leur recouvrement par un grillage avertisseur et un apport d'au moins 0,30 m de terre végétale saine,
- par précaution, l'interdiction de planter des espèces comestibles ou de conserver les espèces végétales existantes (arbres fruitiers, muriers) – à noter qu'une étude est en cours par la CARENE sur l'été 2019.

Ainsi, le schéma conceptuel mis à jour ne met plus en évidence de risque pour les futurs usagers au droit du site sous réserve d'application de ces mesures de gestion.

Hors site, aucun risque n'est suspecté.

Conclusion - Recommandations

Les différents scénarii étudiés ont pour objectif de gérer les terres excavées en stockage temporaire sur une plate-forme provisoire. Pour tous les scénarii, la gestion de 2 mailles contenant de l'amiante-ciment est prévue conformément à la réglementation en vigueur, à savoir pas de réemploi et une gestion en filière agréée spécifique.

Le scénario 2 pour l'envoi de 100 % des terres en filières agréées est le moins intéressant économiquement. Il respecte la réglementation pour des évacuations de terres hors site et il sécurise le devenir de ces terres avec une gestion en filières agréées. Il ne répond pas à la demande en matériaux de la CARENE pour le projet de réaménagement du merlon.

Les trois scénarii 1 avec le réemploi de 7200 t de terres permettent de répondre à la demande en matériaux de la CARENE pour le projet de réaménagement du merlon. Des mesures de gestion et des servitudes sont alors indispensables quel que soit le scénario retenu.

Le scénario 1A propose un réemploi sans seuils par rapport aux polluants identifiés ; de fait, ce scénario n'est pas conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués. Il est économiquement le plus intéressant.

Les scénarii 1B et 1C sont basés sur des seuils de réemploi par rapport aux caractéristiques chimiques des terres et leur approche est conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués. Des 2 scénarii, le scénario 1B est le plus intéressant économiquement.

Ainsi, au regard des résultats obtenus et quel que soit le scénario 1A, 1B ou 1C qui sera retenu par la CARENE, **les mesures de gestion suivantes sont à appliquer dans le cadre du réemploi des terres excavées sur le merlon :**

- **Recouvrir les sols de surface** avec un apport d'au moins 0,30 m de matériaux sains (terre végétale saine) qui doivent être séparés des terres sous-jacentes (terres excavées pour la rehausse et/ou sols de surface du merlon actuel),
- **Assurer la pérennité du recouvrement** (terre végétale et grillage avertisseur),
- **Interdire les plantations d'espèces comestibles (dont arbres fruitiers** – à noter qu'une étude est en cours concernant les arbres fruitiers et muriers existants sur le site du Merlon),
- **Interdire par précaution l'utilisation des eaux souterraines au droit du site,**
- **Prendre en compte la qualité des sols lors de tout type de travaux :**
 - Protection des travailleurs et des populations environnantes (aspersion des sols, travail en période humide pour éviter les envols de poussières, port de vêtements couvrants, masques à poussières, lunettes de protection, gants pour les travailleurs, etc.),
 - Gestion des terres excavées selon la méthodologie de gestion des sites et sols pollués et les réglementations en vigueur.
- **Mettre en place de restrictions d'usage au droit du site** par des servitudes à inscrire dans les documents d'urbanisme / conservation de la mémoire de la qualité des sols
- **Remise en perspective de cette étude pour tout changement d'usage ou d'aménagement.**

SYNTHESE NON TECHNIQUE

La CARENE a missionné SUEZ Remediation pour réaliser une étude de réemploi des terres excavées issues de travaux de dévoisement du boulevard des Apprentis, dans le cadre du réaménagement des abords du nouveau boulevard, comprenant le reprofilage du merlon Mean-Penhoët. Son réaménagement nécessite en effet des apports importants de matériaux pour sa rehausse (donnée CARENE : 8 000 m³ y compris terre végétale), afin d'intégrer notamment des caractéristiques d'écran phonique. L'ensemble des terrains concernés se trouve sur le domaine portuaire de St Nazaire (44).

Pour répondre à ces objectifs, SUEZ Remediation a mis en œuvre la démarche suivante :

- Caractériser la qualité des terres par maillage du stock actuellement en attente, sur une plateforme temporaire mise en place pendant les travaux du boulevard des Apprentis,
- Elaborer un schéma conceptuel afin d'évaluer de manière qualitative les risques associés à la qualité de ces matériaux pour un éventuel réemploi en merlon paysager accessible au public – usage envisagé par la CARENE et nécessitant des apports de matériaux,
- Proposer différentes gestions possibles d'élimination ou de réemploi, sous conditions, des terres excavées, en fonction de leur qualité chimique,
- Fournir un bilan coûts-avantages des différentes gestions envisageables,
- Valider la démarche de réemploi sur le merlon par la mise à jour du schéma conceptuel et si besoin une analyse quantitative des risques sanitaires,
- Fournir les conclusions et recommandations adaptées au contexte.

Le stock de terres, divisé en 37 mailles pour caractérisation chimique, est composé majoritairement de remblais sablo-graveleux parfois en mélange à des argiles grises et des déchets de démolition, des mâchefers. De l'amiante-ciment a été identifié dans 2 mailles.

Les analyses réalisées ont mis en évidence la présence diffuse et très importante de métaux, et des teneurs ponctuellement importantes pour les familles de composés organiques analysées ainsi que des dépassements des critères d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes.

Au global, sur les 37 mailles analysées, 20 seraient redevables de filières agréées spécifiques (existantes au niveau régional) et 17 pourraient être orientées en filière de type Installation de stockage de déchets inertes locales.

Les risques potentiels générés par la qualité des terres excavées si elles sont réutilisées sans mesures de gestion particulière sur le merlon sont liés :

- sur le site du merlon, à l'exposition des usagers adultes et enfants par ingestion accidentelle de sols, contact cutané, et à l'inhalation de poussières et à l'ingestion de fruits en cas de plantation d'espèces comestibles sur les terres excavées qui seraient mises en place, ou en cas de maintien des arbres fruitiers et muriers en place (étude en cours sur la gestion des arbres fruitiers et muriers actuels) ;
- Hors-site, pas d'impact suspecté – l'envol de poussières issu du merlon est considéré négligeable de par la présence d'une couverture végétale et les phénomènes de dispersion dans l'atmosphère.

Le tableau en page suivante présente les résultats de l'étude des quatre scénarii étudiés pour la gestion du stock de terres excavées en attente de devenir :

- soit la reprise des terres suivant différents niveaux de conditions (3 scénarii 1A, 1B et 1C) pour le réemploi de 7200 tonnes de terres excavées dans le cadre du réaménagement du merlon Mean-Penhoët et l'envoi en filières agréées des terres excédentaires,

- soit la reprise de 100 % du stock de terres excavées et leur élimination en filières agréées (scénario 2).

Phase	Description	Durée	Coût estimatif (K€ HT)
Gestion des terres excavées :			
<ul style="list-style-type: none"> - Prévention des impacts sanitaires lors de travaux de gestion des terres (protection des travailleurs) - Gestion des terres en fonction de leur qualité avec un besoin de 4 000 m³ en réemploi sur site du merlon soit 7 200 tonnes 			
Scénario 1A	Réemploi des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) <u>sans critères de tri ni d'analyses</u> – hormis interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5) et env. 2700 t parmi les terres excédentaires redevables de l'ISDI (toutes les mailles sauf 1 de 250 t env.)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	300 à 350 k€
Scénario 1B	<u>Réemploi sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 11 mg/kg, HAP < 100 mg/kg, HCT < 1000 mg/kg, PCB < 2 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 1000 t en ISDD (mailles B6, C6, D4, E6) et env. 1700 t à prendre dans les mailles redevables de l'ISDI.	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	400 à 450 k€
Scénario 1C	<u>Réemploi sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 6 mg/kg, HCT < 500 mg/kg, HAP < 50 mg/kg, PCB < 1 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env.250 t vers l'ISDI (soit 1 maille : par exemple A3), env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 700 t vers l'ISDND (mailles E2 et G5-6) et env. 1760 t vers l'ISDD (mailles A5-6, B6, C6, D4, D6, E6)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	600 à 650 k€
Scénario 2	100 % des terres à envoyer en filières agréées	2 mois	800-900 k€
Actions complémentaires	Optimisation des volumes à évacuer en filières spécialisées type ISDND et ISDD par criblage (hors mailles contenant de l'amiante)	< 1 mois	Gain possible pour les scénarii 1C et 2 : environ 30 k€
	Pour les scénarii 1 : grillage avertisseur à prévoir + apport de terre végétale d'au moins 0,3 m d'épaisseur* Grillage avertisseur : Estimatif 5 € / m ² – surface merlon 10 000 m ²	< 1 mois	TV prévue pour le projet non chiffré + 50 k€* grillage
	Restrictions d'usage sur site : - interdiction de planter des espèces comestibles dont arbres fruitiers, - interdiction d'utiliser les eaux souterraines, - Assurer la pérennité du recouvrement des remblais par au moins 0,30 m de terre végétale saine et du grillage avertisseur sous-jacent, - obligation de prise en compte de l'état résiduel du sous-sol en cas de modification des aménagements considérés dans le présent rapport. Conservation de la mémoire de l'état du site : Inscription des servitudes dans les documents d'urbanisme	Jusqu'à levée argumentée des restrictions.	< 5 K€ pour un dossier de mise en place de restrictions d'usage
Coût estimatif global par scénario		Scénario 1A	300 à 350 k€*
		Scénario 1B	400 à 450 k€*
		Scénario 1C	600 à 650 k€*
		Scénario 2	800 à 900 k€*

* Remarque : Le montant pour l'achat du grillage avertisseur à mettre en place au droit du merlon Mean-Penhoët serait également à prendre en compte dans le cadre du projet de réaménagement dudit merlon,

même en cas de non réutilisation des terres excavées en attente sur la plate-forme temporaire, au vu de la qualité médiocre des sols de surface déjà présents sur le merlon.

De même l'apport de terre végétale saine et la mise en place de servitudes seront à réaliser quel que soit le scénario retenu pour la gestion des terres excavées.

Ainsi ces montants n'ont pas été ajoutés aux coûts estimatifs globaux présentés ci-dessus.

L'analyse des risques sanitaires résiduels montre que le réemploi des terres est possible d'un point de vue sanitaire pour les usagers du merlon uniquement sous réserve de prendre en compte des mesures de gestion, à savoir :

- la protection des travailleurs lors des manipulations, mises en place des terres,
- leur recouvrement par un grillage avertisseur et un apport d'au moins 0,30 m de terre végétale saine,
- par précaution, l'interdiction de planter des espèces comestibles ou de conserver les espèces végétales existantes (arbres fruitiers, muriers) – à noter qu'une étude est en cours par la CARENE.

Ainsi, le schéma conceptuel mis à jour ne met plus en évidence de risque pour les futurs usagers au droit du site sous réserve d'application de ces mesures de gestion.

Hors site, aucun risque n'est suspecté.

Les différents scénarii étudiés ont pour objectif de gérer les terres excavées en stockage temporaire sur une plate-forme provisoire. Pour tous les scénarii, la gestion de 2 mailles contenant de l'amiante-ciment est prévue conformément à la réglementation en vigueur, à savoir pas de réemploi et une gestion en filière agréée spécifique.

Le scénario 2, pour l'envoi de 100 % des terres en filières agréées, est le moins intéressant économiquement. Il respecte la réglementation pour des évacuations de terres hors site et il sécurise le devenir de ces terres avec une gestion en filières agréées. Il ne répond pas à la demande en matériaux de la CARENE pour le projet de réaménagement du merlon.

Les trois scénarii 1 avec le réemploi de 7200 t de terres permettent de répondre à la demande en matériaux de la CARENE pour le projet de réaménagement du merlon. Des mesures de gestion et des servitudes sont alors indispensables quel que soit le scénario retenu.

Le scénario 1A propose un réemploi sans seuils par rapport aux polluants identifiés ; de fait, ce scénario n'est pas conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués. Il est économiquement le plus intéressant.

Les scénarii 1B et 1C sont basés sur des seuils de réemploi par rapport aux caractéristiques chimiques des terres et leur approche est conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués. Des 2 scénarii, le scénario 1B est le plus intéressant économiquement.

Ainsi, au regard des résultats obtenus et quel que soit le scénario 1A, 1B ou 1C qui sera retenu par la CARENE, les mesures de gestion suivantes sont à appliquer dans le cadre du réemploi des terres excavées sur le merlon :

- **Recouvrir les sols de surface** avec un apport d'au moins 0,30 m de matériaux sains (terre végétale saine) qui doivent être séparés des terres sous-jacentes (terres excavées utilisées pour la rehausse ou sols de surface du merlon actuel),
- **Assurer la pérennité du recouvrement** (terre végétale et grillage avertisseur),
- **Interdire les plantations d'espèces comestibles (dont arbres fruitiers – à noter qu'une étude est en cours concernant les arbres fruitiers et muriers existants sur le site du Merlon),**
- **Interdire par précaution l'utilisation des eaux souterraines au droit du site,**
- **Prendre en compte la qualité des sols lors de tout type de travaux :**
 - Protection des travailleurs et des populations environnantes (aspersion des sols, travail en période humide pour éviter les envols de poussières, port de vêtements couvrants, masques à poussières, lunettes de protection, gants pour les travailleurs, etc.),

- Gestion des terres excavées selon la méthodologie de gestion des sites et sols pollués et les réglementations en vigueur.
- **Mettre en place de restrictions d'usage au droit du site** par des servitudes à inscrire dans les documents d'urbanisme / conservation de la mémoire de la qualité des sols
- **Remise en perspective de cette étude pour tout changement** d'usage ou d'aménagement.

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.....	16
II. REFERENTIEL - SOURCES D'INFORMATIONS	18
II.1.Référentiel	18
II.2.Sources d'informations.....	18
III. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON PROCHE ENVIRONNEMENT.....	20
III.1 Situation géographique.....	20
III.2 Synthèse de la vulnérabilité de l'environnement du site	22
IV. SYNTHESE DES ÉTUDES PRECEDENTES	25
IV.1 Etudes menées sur le tracé du boulevard	25
IV.2 Etudes menées sur le terrain du merlon Mean-Penhoët.....	26
V. INVESTIGATIONS DE TERRAIN MENEES PAR SUEZ REMEDIATION SUR LE STOCK DE TERRES TEMPORAIRES	28
V.1 Sécurité	28
V.2 Objectifs et programme de reconnaissances.....	28
V.3 Reconnaissance des terres excavées (A260)	29
V.4 Analyses en laboratoire.....	29
VI. RÉSULTATS.....	30
VI.1 Géologie et observations de terrain.....	30
VI.2 Résultats d'analyses sur les terres excavées.....	30
VII. SYNTHESE : ETABLISSEMENT DU SCHEMA CONCEPTUEL	37
VII.1 Hypothèses d'aménagement.....	37
VII.2 Etat de la qualité des terres excavées.....	38
VII.3 Schéma conceptuel et évaluation sommaire des risques d'exposition	39
VIII. PROPOSITIONS DE GESTION DES TERRES EXCAVEES.....	42
VIII.1 Démarche et objectifs.....	42
VIII.2 Contexte – scénarii envisageables.....	43
VIII.3 Scénario 1 : étude du réemploi sur site des terres excavées	44
VIII.4 Scénario 2 : gestion des terres excavées hors site en filières agréées	49
VIII.5 Comparaison des différents scénarii étudiés	50
VIII.6 Mesures complémentaires à prévoir	52
IX. ESTIMATION DES COUTS ET COMPARAISON DES SCENARII RETENUS..	55
X. MISE A JOUR DU SCHEMA CONCEPTUEL.....	57
XI. ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS	59
XII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	60
XIII. ETUDE QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS).....	97
XIII.1 Scénarios retenus pour l'EQRS	97
XIII.2 Évaluation des dangers.....	98
XIII.3 Évaluation de la qualité des milieux d'exposition	98
XIII.4 Quantification des risques sanitaires : grilles de calcul.....	109

XIII.5	Analyse des incertitudes	113
--------	--------------------------------	-----

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Prestations proposées selon la codification de la norme NFX 31-620	17
Tableau 2 : Liste des documents consultés	19
Tableau 3 : Gamme des teneurs en polluants relevées dans les sols de surface du merlon Mean-Penhoët	27
Tableau 4 : Investigations réalisées par SUEZ Remediation	28
Tableau 5 : Localisation et caractéristiques des sondages	29
Tableau 6 : Résultats d'analyses de sols en mg/kg - 1/3	31
Tableau 7 : Résultats d'analyses de sols en mg/kg - 2/3	32
Tableau 8 : Résultats d'analyses de sols en mg/kg - 3/3	33
Tableau 9 : Répartition des mailles pour pré-orientation en filières externes	35
Tableau 10 : Synthèse de l'état des milieux (terres excavées)	38
Tableau 11 : Schéma conceptuel : évaluation qualitative pour réutilisation des terres excavées sur le merlon sans mesure particulière	40
Tableau 12 : Proposition de seuils de réemploi sur site (scénario 1C)	47
Tableau 13 : Proposition de seuils rehaussés de réemploi sur site (scénario 1B)	47
Tableau 14 : Mailles susceptibles d'être réutilisées sur site suivant les seuils de réemploi retenus	48
Tableau 15 : Répartition des mailles suivant orientation filières	49
Tableau 16 : Bilan coûts avantages des différents scénarii étudiés	51
Tableau 17 : Budgets et synthèse des scénarii de gestion retenus	55
Tableau 18 : Schéma conceptuel mis à jour	58
Tableau 19 : Synthèse des relevés lithologiques (4 pages)	76
Tableau 20 : Propriétés physico-chimiques des substances	88
Tableau 21 : Propriétés toxicologiques des substances (5 pages)	92
Tableau 22 : BCF (mg/kg de plante fraîche) / (mg/kg de sol)	100
Tableau 23 : Substances et concentrations retenues	102
Tableau 24 : Concentrations estimées dans l'air ambiant extérieur et comparaison aux valeurs de référence	104
Tableau 25 : Concentrations estimées dans les poussières et comparaison aux valeurs de référence	106
Tableau 26 : Concentrations estimées dans les végétaux et comparaison aux valeurs de référence	108
Tableau 27 : Expressions de l'évaluation des expositions	109
Tableau 28 : Expressions de la quantification du risque	111
Tableau 29 : Synthèse des résultats de l'évaluation quantitative des risques pour un temps de fréquentation de 2h/j et 58j par an	112
Tableau 30 : Paramètres d'exposition	118
Tableau 31 : Grille de calcul pour l'inhalation de gaz et de poussières – Adulte promeneur	120
Tableau 32 : Grille de calcul pour l'ingestion accidentelle de sol et l'ingestion de végétaux – Adulte promeneur	121
Tableau 33 : Grille de calcul pour l'inhalation de gaz et de poussières – Enfant promeneur	122

Tableau 34 : Grille de calcul pour l'ingestion accidentelle de sol et l'ingestion de végétaux – Enfant promeneur.....	123
---	-----

Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique et vue aérienne du site (source : Géoportail)	21
Figure 2 : Rose des vents.....	23
Figure 3 : Plan de terrassement des mailles au droit du tracé du bd des Apprentis.....	25
Figure 4 : Plan masse du bunker avec les alvéoles (Source : <i>Extrait du rapport CONCRETE n° A97 14 1252 du 28 novembre 2014</i>).....	26
Figure 5 : Esquisse synthèse périmètres pour les aménagements urbains et paysagers – Traitement de la façade du bd des Apprentis	37
Figure 6 : Schéma des scénarios possible de gestion des terres excavées	43
Figure 7 : Graphique des teneurs en mercure en mg/kg / échantillon	45
Figure 8 : Graphique des teneurs en HCT en mg/kg / échantillon.....	46
Figure 9 : Graphique des teneurs en HAP en mg/kg / échantillon.....	46
Figure 10 : Graphique des teneurs en PCB en mg/kg / échantillon.....	47

SOMMAIRE DES ANNEXES

Annexe 1 : Plans

Annexe 1-1 : Plan du site d'étude et origine des terres excavées

Annexe 1-2 : Plan des investigations réalisées en 2017 au droit du tracé du bd des Apprentis

Annexe 1-3 : Plan de la plate-forme de stockage provisoire des terres et des investigations réalisées

Annexe 2 : Investigations de terrain

Annexe 2-1 : Méthodologie des investigations de terrain

Annexe 2-2 : Tableau de synthèse des relevés lithologiques

Annexe 3 : Valeurs de référence

Annexe 4 : Résultats

Annexe 4-1 : Bordereaux d'analyses sur les terres excavées

Annexe 4-2 : Cartographie des mailles avec pré-orientation 100 % en filières agréées

Annexe 4-3 : Cartographies des mailles avec ré-emploi partiel sur site : cas du scénario 1C

Annexe 5 : Schéma conceptuel pour un réemploi au droit du merlon Mean-Penhoët

Annexe 5-1 : Valeurs physico-chimiques et toxicologiques des substances

Annexe 5-2 : Schéma conceptuel pour une hausse du merlon par apport des terres excavées sans mesure particulière

Annexe 5-3 : Schéma conceptuel pour une hausse du merlon par apport des terres excavées **avec** mesures de gestion

Annexe 6 : Etude quantitative des risques sanitaires en cas d'absence de mesures de gestion

Annexe 6-1 : EQRS

Annexe 6-2 : Paramètres d'exposition

Annexe 6-3 : Grilles de calculs

Annexe 7 : Engagements et responsabilités en matière d'études

I. INTRODUCTION

Dans le cadre du marché à bons de commande n°14S0018-01 notifié le 31/12/2014, la CARENE a missionné SUEZ Remediation pour étudier le devenir des terres excavées issues des travaux de dévoiement du boulevard des Apprentis, notamment dans le cadre du réaménagement des abords du nouveau boulevard, comprenant le reprofilage du merlon Mean Penhoët situé en bordure du boulevard, dans le périmètre d'étude. L'ensemble des terrains concernés se trouve sur le domaine portuaire de St Nazaire (44).

Une étude documentaire et un diagnostic de sol ont été réalisés sur le tracé du nouveau boulevard des Apprentis au 1^{er} semestre 2017 pour caractériser les éventuels futurs déblais générés par les travaux du futur boulevard. L'étude avait mis en évidence la qualité médiocre des remblais en place sur 1 à 1,2 m d'épaisseur puis des argiles grises sous-jacentes. Lors des travaux d'aménagement, le besoin d'un stockage temporaire avant gestion des terres excavées est rapidement apparu du fait du faible volume de terres en réemploi direct, du manque de place et du refus de certaines terres en filière de déchets inertes. Ainsi, sur demande de la CARENE, SUEZ Remediation a alors réalisé une note technique permettant de gérer temporairement les terres excavées, par leur mise en stockage sur une plate-forme temporaire interne au chantier, déportée à quelques kilomètres et restant sur le domaine portuaire (plate-forme déportée pour raison de manque de place, accord entre la CARENE, le port et l'administration).

Le présent rapport a pour objectif de présenter les modes de gestion possibles de réemploi sur site (c'est-à-dire la zone en cours de réaménagement : le boulevard des Apprentis et ses abords), ou d'élimination hors site, des terres excavées issues des travaux de voirie et réseaux effectués au droit du nouveau tracé du boulevard des Apprentis à St Nazaire (44).

Le « terrain » décrit dans la suite du rapport correspond au tracé du boulevard des Apprentis et ses abords, dont le merlon Mean Penhoët, zone réceptrice potentielle de tout ou partie des terres excavées. Au sens de la circulaire du 25/04/2017, la zone dont sont issues les terres excavées et la zone réceptrice envisagée font partie d'un même site. Il s'agit donc d'établir les conditions de réutilisation de terres excavées « sur site ».

Par souci de simplification, le terme « site » est employé dans la suite du rapport, pour le seul terrain du merlon Penhoët, récepteur potentiel identifié par la CARENE.

Pour répondre à ces objectifs, SUEZ Remediation a mis en œuvre la démarche suivante, objet du présent rapport :

- Caractériser la qualité des terres excavées par maillage du stock actuellement en attente, sur une plate-forme temporaire mise en place pendant les travaux du boulevard des Apprentis au 2^{ème} semestre 2017,
- Elaborer un schéma conceptuel afin d'évaluer de manière qualitative les risques associés à la qualité de ces matériaux pour un éventuel réemploi sur le site du merlon Penhoët : merlon paysager accessible au public – usage envisagé par la CARENE et nécessitant des apports de matériaux,
- Proposer différentes gestions possibles d'élimination ou de réemploi, sous conditions, des terres excavées, en fonction de leur qualité chimique,
- Fournir un bilan coûts-avantages des différentes solutions de gestion envisageables,
- Valider la démarche de réemploi par la mise à jour du schéma conceptuel et si besoin par une analyse quantitative des risques sanitaires,
- Fournir les conclusions et recommandations adaptées au contexte.

L'établissement de ce rapport est basé sur la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués mise en place par le ministère en charge de l'environnement, mise à jour en avril 2017, et selon les prescriptions de la norme NF X 31 620.

La codification des prestations réalisées dans le cadre de cette étude est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Prestations proposées selon la codification de la norme NFX 31-620

Eléments de la mission selon la norme NF X 31-620		
Prestation globale	Prestations élémentaires	
/	A260	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées
	A320	Analyse des enjeux sanitaires
	A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts avantages
Prestation non couverte par la norme		/

À l'attention du lecteur : quels que soient les termes utilisés ou les avis donnés dans ce rapport, ils devront toujours être compris et interprétés en tenant compte des limites détaillées dans le document intitulé « Engagements et Responsabilités en Matière d'Etudes » joint en annexe 7.

II. REFERENTIEL - SOURCES D'INFORMATIONS

II.1 Référentiel

Les documents de référence pour la réalisation de l'étude sont les suivants :

- Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués : Note ministérielle 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 » et guides associés (<http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/Politique-de-gestion-des-sites-et.html>),
- Norme AFNOR NF X31-620 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués », juin 2011, mise à jour de la Partie 2 « Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle » en août 2016, version applicable au moment de la commande de l'étude,
- Marché à bons de commande n°15S0022 notifié le 31/12/2014 (ensemble des pièces constitutives du marché et réponse de SUEZ Remediation (mémoire technique n°2014091446 de septembre 2014).

Conformément au devis n°2017120074/V1 du 16/02/2018 et à la commande n°15S0022-16 du 30/03/2018.

II.2 Sources d'informations

II.2.1 Etudes environnementales précédentes

Les données et études environnementales réalisées précédemment sur la zone d'étude, réalisées pour le compte de la CARENE, ont été consultées. Elles sont listées ci-dessous :

- Document de travail « note sur la réutilisation des déblais pour le reprofilage du merlon » du 04/03/19 fourni par la CARENE par mail du 29/03/19 ;
- Note relative aux résultats d'analyses sur des fruits en pied de merlon (prélèvements oct-18) du 20/12/2018
- Rapport SUEZ Remediation : « Interprétation de l'Etat des Milieux du merlon Mean Penhoët » - B7 18 001 0/V1 de juillet 2018 ;
- Esquisse BDA (42 pages en .pdf) « Maîtrise d'œuvre partagée pour la réalisation d'aménagements urbains et paysagers – Traitement de la façade du boulevard des Apprentis – St Nazaire » Comité de Politage du 13/03/2018 ;
- EVAL phase 1 et 2 et caractérisation des déblais pour gestion dans le cadre de travaux - rapport SUEZ Remediation n°B2170150/V0 de mai 2017,
- Note relative à la proposition de création d'une plate-forme de chantier temporaire et déportée pour solutionner la gestion des terres excavées / déblais du chantier « boulevard des Apprentis » à St Nazaire (44) – B2170150/V3 de juillet 2017,
- Rapport ARCADIS : « Saint-Nazaire (44) – Dévoisement du boulevard des Apprentis - Etude géotechnique de conception – phase avant-projet (G2-AVP) », référencé 16.1965-AVP01-11 001-RPT-A du 16 novembre 2016, fourni par la CARENE;
- Rapport de SCE : « EVAL PHASES 1 et 2 : Etude documentaire et investigations de terrain - Hangars R, S, T », référencé n°160864 du 5 janvier 2017, fourni par la CARENE;
- Rapport de DEKRA (pages 1 à 18) : « Audit de pollution des sols » (Mission A200 selon NF X 31-620-2) pour STX France sur le site d'étude : Ancien restaurant Nord des chantiers STX,

référence n°52150311 VB du 10/11/2016 ; transmis par M. MOYON, responsable Infrastructures Site de STX ;

- Rapport SITA Remediation : « Analyses pour identification d'une substance blanche poudreuse présente dans l'une des cuves du merlon » - Merlon MEAN PENHOËT SAINT NAZAIRE (44), référencé n° B2 15 021 0 V1 en date du 17 avril 2015,
- Rapport par le bureau d'études CONCRETE et ARCADIS, 2014 : n°A97/14/1252-Ind A du 28/11/2014 « Reconnaissance de site – Merlon Penhoët à St Nazaire ».

II.2.2 Documents consultés

Tableau 2 : Liste des documents consultés

Cartes	Carte IGN de Saint-Nazaire, n°1022ET, échelle 1/25 000, Carte géologique BRGM de Saint-Nazaire, n°479, échelle 1/50 000 Cadastre de la zone d'étude
Sites internet	Portail Géoportail : http://www.geoportail.fr/ , Site Internet BRGM (BSS : Banque de données du Sous Sol) : http://infoterre.brgm.fr/

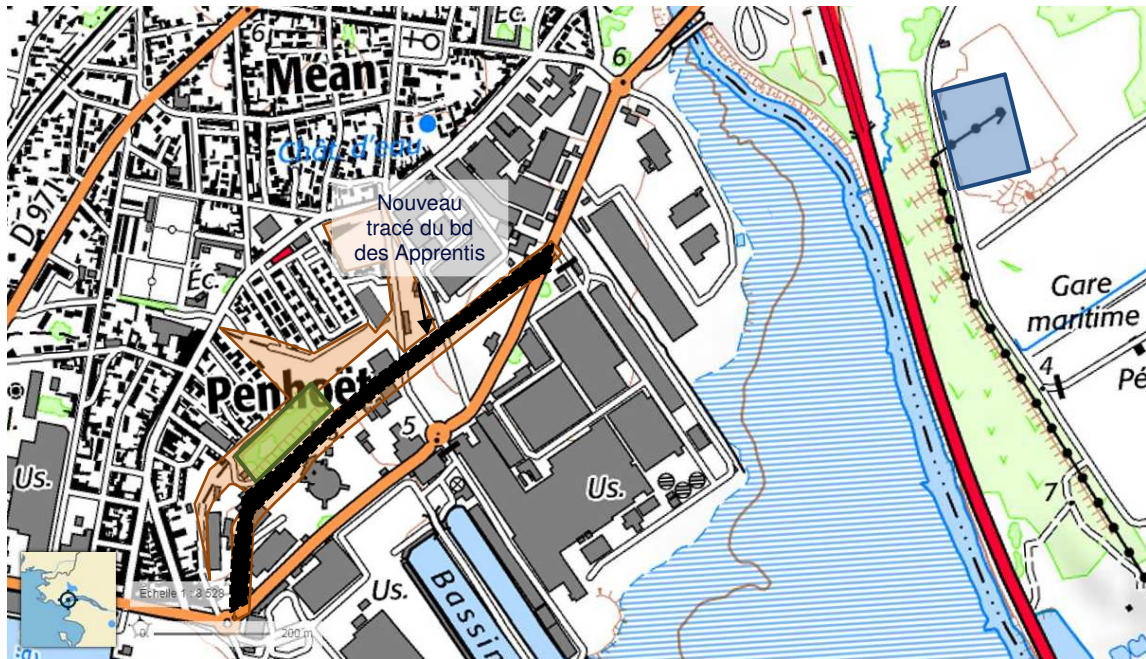
III. DESCRIPTION DU SITE ET DE SON PROCHE ENVIRONNEMENT

La description concerne la zone réceptrice envisagée des terres excavées issues du tracé du futur boulevard, le merlon Mean-Penhoët.

III.1 Situation géographique

Situation géographique	
Localisation	Zone portuaire de Saint-Nazaire – quartier Mean-Penhoët Merlon Mean-Penhoët situé entre le nouveau boulevard des Apprentis au sud et le chemin de la Petite Usine au nord
Adresse	Chemin de la Petite Usine – 44 600 SAINT NAZAIRE
Parcelles cadastrales	Parcelle n°104 section CE de 9 680 m ² et ses avoisinants.
Altitude	Topographie : merlon d'environ 3 m de hauteur par rapport au TN, cote en point haut à environ 7,9 m NGF
Coordonnées En Lambert 93	X : 307881,31 / 308024,19 Y : 6700874,40 / 6701006,04
Voisinage	<ul style="list-style-type: none"> ○ Environnement globalement sensible avec présence d'habitations individuelles avec jardins à l'ouest nord-ouest et espaces verts publics, ○ Projet de bâtiment industriel/entreprise avec bureaux en limite nord-est, ○ Activité industrielle des chantiers navals du nord-est à l'est et au sud (dans l'enceinte du port autonome de St Nazaire) ○ Nouveau boulevard des Apprentis en limite est sud-est. <p>Etablissements à proximité : écoles maternelle et élémentaire à 200 m au nord-ouest.</p>
Description du site et de son activité	
Occupation des sols	Friche – domaine portuaire
Activité / aménagement	Anciens Blockhaus de la seconde guerre mondiale recouvert de remblais / terre et constituant une colline végétale « merlon » en milieu urbain et industriel. Site dans l'enceinte du port autonome, clôturé, non accessible et sans activité officielle.

	Dans les faits, la clôture est très dégradée, permettant l'accès au terrain comme lieu officieux de promenade pour les habitants du quartier et de collecte de fruits sauvages en saison (mirabelles, pommes et mures).
Statut réglementaire	Site non classé ICPE



Zone de réaménagement du boulevard et ses abords :
 Site étudié : Merlon Mean-Penhoët Plate-forme temporaire des terres :

Figure 1 : Localisation géographique et vue aérienne du site (source : Géoportail)

III.2 Synthèse de la vulnérabilité de l'environnement du site

Synthèse de l'étude de vulnérabilité de l'environnement du site*	
<p>Géologie</p> <p>Cf. annexe 2-1</p>	<p><u>Géologie régionale :</u></p> <p>Alluvions modernes du Flandrien (noté Fz/My(2) sur la carte géologique de Saint-Nazaire) : tourbe et argile grise, sables limoneux (épaisseur 7 à 15 m) surmontant le substratum gneissique (noté M² sur la carte géologique de Saint-Nazaire).</p> <p><u>Géologie locale :</u></p> <p>Terrains plus ou moins perméables avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des remblais de 0 à 1,8/3 m de profondeur de type gravelo-sableux, • des alluvions argileuses de couleur gris/bleu à partir de 1,8 m à 3 m de profondeur jusqu'à 5 m (profondeur maximale des investigations) <p><i>Le merlon de Mean-Penhoët est constitué de remblais d'origine indéterminée, sablonneux a minima en surface et recouvrant des bunkers datant de la 2^{nde} guerre mondiale.</i></p>
<p>Hydrogéologie</p>	<p>Une nappe est présente dans les formations alluviales de la Loire à une cote de 2,7 m NGF. Sens d'écoulement supposé vers le sud-sud-est (vers l'estuaire de la Loire).</p> <p>En l'absence de niveau imperméable, les eaux souterraines sont vulnérables vis-à-vis d'une potentielle pollution issue du site.</p>
<p>Hydrologie</p>	<p>La Loire, au niveau de son estuaire, est le principal cours d'eau recensé dans la zone d'étude (1 km de rayon autour du site). L'estuaire est localisé à environ 500 m à l'est du merlon Mean-Penhoët.</p>
<p>Usages des eaux</p>	<p>Aucun captage AEP ni périmètre de protection de captage AEP n'est présent sur le territoire de la commune de Saint-Nazaire et par conséquent aux abords du site d'étude.</p> <p>Un captage recensé par la BSS est présent dans un rayon de 1 km autour de la zone d'étude (cf. annexe 2.2). Il n'est pas vulnérable vis-à-vis d'une pollution issue de la zone d'étude car situé en amont latéral hydraulique supposé.</p> <p>A noter la présence de puits mentionnés sur le cadastre au nord du site dont le plus proche est à 570 m (cf. annexe 2-3). Ils sont considérés comme non vulnérables par rapport à une éventuelle pollution du site car situés en amont hydraulique.</p> <p>Sur les eaux superficielles : activités de pêche, baignade, loisirs, transport fluvial/maritime.</p>

* Données issues du rapport SUEZ Remediation « EVAL phase 1 et 2 et caractérisation des déblais pour gestion dans le cadre de travaux » n°B2170150/V0 de mai 2017, du rapport SCE : EVAL PHASE 1 et 2 : Etude documentaire et investigations de terrain Hangars R, S, T référence n°160864 du 5 janvier 2017 et du rapport ARCADIS : Etude géotechnique de conception – phase avant-projet (G2-AVP) référence 16.1965-AVP01-11 001-RPT-A du 16 novembre 2016, avec mise à jour et vérification des distances par rapport au merlon Mean-Penhoët comme site objet de la présente étude.

<p>Zones protégées</p>	<p>Absence de zones protégées dans la zone d'étude. Il est à noter la présence de ZNIEFF I et II (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique) et d'une Zone Natura 2000 et Zone d'intérêt communautaire (ZICO) pour les oiseaux à l'est sud-est du site (dès 580-600 m) recensée dans un rayon de 1 km autour du site d'étude.</p>
<p>SDAGE/SAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux / Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux)</p>	<p>Zone d'étude intégrée au SDAGE 2016 – 2021 approuvé par l'Arrêté du 18 novembre 2015 oriente et planifie la gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant Loire-Bretagne, incluant notamment la lutte contre les pollutions. Il fixe également des objectifs de bon état des eaux superficielles et souterraines (états chimiques et/ou écologique des eaux, équilibre entre prélèvements et alimentation des nappes).</p> <p>Zone d'étude intégrée au SAGE de l'estuaire de la Loire, dont les enjeux majeurs sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • préserver les fonctionnalités et le patrimoine biologique des milieux humides, • restaurer les habitats et faciliter la circulation piscicole au sein des cours d'eau, • trouver un nouvel équilibre pour la Loire.
<p>Données météorologiques (Données de 1981 à 2010 de la station de relevé de Nantes pour la pluviométrie et pour les vents, site http://www.windfinder.com station de mesure de l'aéroport de Saint-Nazaire)</p>	<p>Pluviométrie : 820 mm d'eau sur une année moyenne climatique</p> <p>Vents dominants : en provenance de l'ouest sud-ouest ou du Nord-Est.</p> <div data-bbox="702 1041 1260 1579" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">Figure 2 : Rose des vents</p>
<p>Caractère inondable</p>	<p>Zone d'étude localisée dans une zone faible à très faible risque d'inondation car surélevée (+ 3 m environ par rapport à la voie de la Petite Usine et par rapport au nouveau boulevard des Apprentis).</p>
<p>Sites potentiellement pollués dans un rayon de 1 km autour de la zone d'étude</p>	<p>ICPE : Les activités de STX, entreprise située à la limite sud du site, STELIA, et celles du GPMNSN (respectivement situées à 200 et 250 m du site) sont référencées dans la base de données ICPE notamment pour des activités principalement liées aux chantiers navals.</p> <p>Sites BASIAS :</p>

	<p>23 sites BASIAS sont recensés dans un rayon de 1 km autour du site. La liste de ces sites est donnée en annexe 2-5 et leur localisation en annexe 2-4.</p>
	<p>Site BASOL :</p> <p>Aucun site BASOL n'est recensé dans un rayon de 1 km autour du site. Les plus proches (> 1km) sont AEROLIA (ex AIRBUS) et un ancien dépôt SHELL.</p>
	<p>Accidents recensés dans la base de données BARPI sur la commune de Saint-Nazaire : plusieurs accidents semblent avoir eu lieu sur les sites de STX et STELIA au niveau des sites de production (hors de la zone d'étude).</p> <p>Aucun accident recensé dans la base de données ne semble avoir eu lieu sur la zone d'étude de par les descriptions et leur localisation.</p>
<p>Conclusion sur l'environnement actuel</p>	<p>Environnement vulnérable (terrains perméables et nappe peu profonde) et sensible (habitations en périphérie nord-ouest du site, écoles à partir de 220 m au nord, avec ponctuellement des promeneurs adultes et enfants sur le site du merlon, également possible en période propice : la cueillette de fruits sur le merlon et ses environs).</p>

IV. SYNTHÈSE DES ÉTUDES PRÉCÉDENTES

IV.1 Etudes menées sur le tracé du boulevard

En 2017, la prestation EVAL réalisée par SUEZ Remediation au droit du tracé du boulevard en pied sud-est du merlon Penhoët a permis de collecter des données sur l'historique des activités dans ce secteur ainsi que sur la vulnérabilité de la zone (données reprises dans le chapitre précédent III.2).

Les investigations menées avaient permis de définir :

- des problématiques en métaux avec une pollution diffuse en surface et en profondeur au droit de l'ensemble de la zone d'étude,
- des teneurs en métaux, fraction soluble, sur éluat ne permettant pas l'évacuation des terres en ISDI en cas d'excavation pour 22 des 28 mailles investiguées,
- la présence de remblais noirâtres ou avec des teneurs importantes en métaux sur brut (présence blocs, briques, mâchefers),
- ponctuellement des impacts en composés organiques (HAP, hydrocarbures) en lien avec les activités des entreprises situées au droit du tracé

Ces résultats mettent en avant des remblais de qualité médiocre, chargés en métaux sur brut. Les paramètres présents fréquemment en teneurs anormales étant le cadmium, le cuivre, le plomb, le mercure et le zinc (et dans une moindre mesure l'arsenic).

On retrouve plus ponctuellement dans les remblais des teneurs en hydrocarbures et / ou HAP dépassant les critères d'acceptabilité en ISDI.

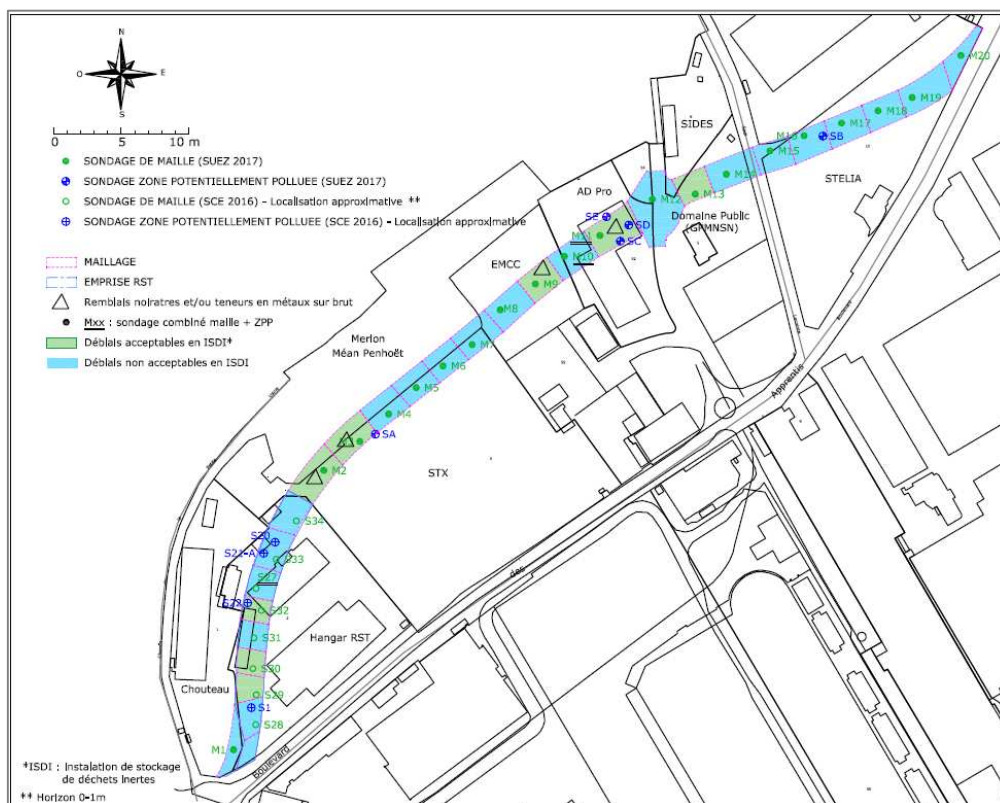


Figure 3 : Plan de terrassement des mailles au droit du tracé du bd des Apprentis

Source : Extrait du rapport B2170150/V0 du 19/05/17

Entre juillet et octobre 2017, dans le cadre des travaux d'excavation des terres pour l'aménagement des réseaux et de la voirie du tracé du nouveau boulevard des Apprentis, les terres ont été mises en stockage provisoire le long du boulevard ou à proximité immédiate.

Du fait de l'absence de place, des analyses ont été faites sur les déblais pour pouvoir les orienter en ISDI lorsque cela était possible. Les terres a priori non admissibles en ISDI (de par les résultats d'analyses ou les aspects de remblais noirâtres) ont été orientées vers une plate-forme temporaire interne au chantier et créée spécifiquement pour leur stockage temporaire avant gestion, située sur le domaine portuaire.

Au total, 10 418,09 t de terres ont été mise en stockage provisoire par l'entreprise CHARRIER TP sur la plate-forme.

La caractérisation des ces matériaux fait l'objet du chapitre V suivant.

IV.2 Etudes menées sur le terrain du merlon Mean-Penhoët

En 2014, une reconnaissance de la structure générale du blockhaus constituant le merlon Penhoët, a été réalisée par la société ARCADIS via l'intermédiaire de la société CONCRETE (cf. rapport de la société CONCRETE n° A97 14 1252 du 28 novembre 2014).

Il en ressort les informations suivantes :

- Bunker composé de 32 alvéoles béton indépendantes les unes des autres, plus ou moins remplies d'eau selon les alvéoles, ou de détritux divers (chaises, ferrailles...),
NB : seules les cellules A2, A8, B1 et B6 ont été ouvertes et inspectées sur les 32 cellules existantes,
- Dimension d'une alvéole : 5 x 10 m x 2,7 m de haut (hors trémie d'accès)
- Estimation du volume « vide » total des alvéoles : 4 320 m³
- Bunker recouvert de terre d'apport inconnue et aujourd'hui bien végétalisé (arbres à fruits : mirabelliers, buissons, herbes, quelques ronciers / mûriers), constituant le merlon Mean-Penhoët et servant de lieu de promenade aux résidents du quartier avec collecte et consommation possible de fruits en saison.

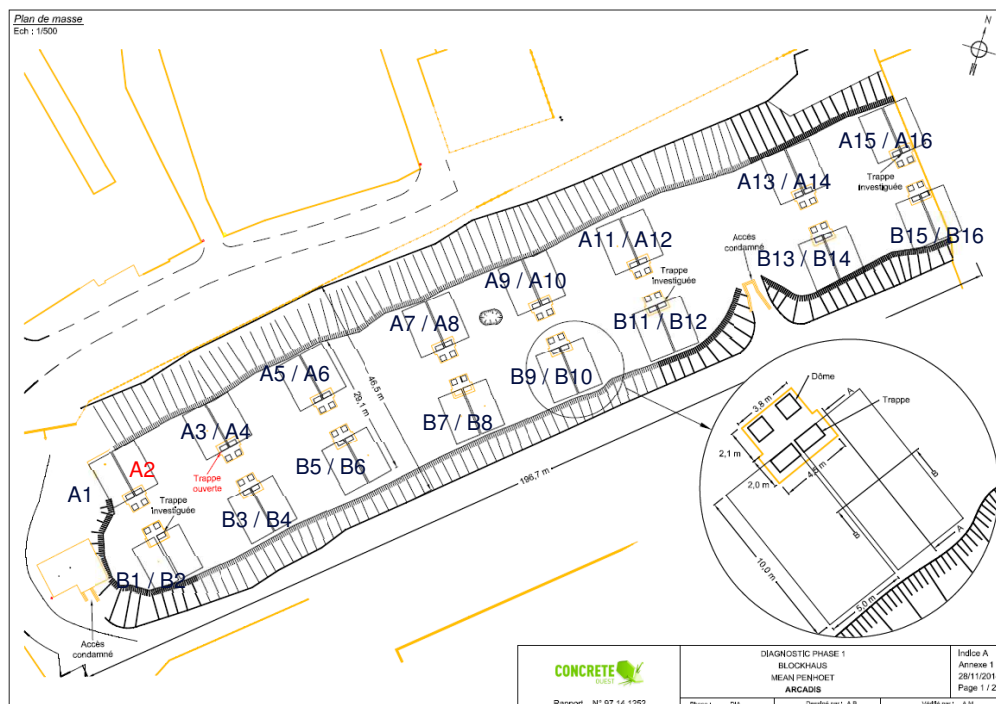


Figure 4 : Plan masse du bunker avec les alvéoles (Source : Extrait du rapport CONCRETE n° A97 14 1252 du 28 novembre 2014)

En 2015, SUEZ (ex SITA) Remediation avait réalisé la caractérisation de poudre blanche découverte dans une des alvéoles (numéro A2 en rouge sur le plan ci-dessus) : a priori de la perlite. Il s'agit d'un matériau siliceux d'origine volcanique peu dense, très stable dans le temps, non toxique, non inflammable et non explosif.

« Origine de la présence de ce matériau dans la cellule A2 : inconnue à ce jour.

Usage courant de la perlite : en agriculture pour l'amendement des sols, comme isolant écologique thermique et phonique, ou entrée dans la composition de béton ou plâtre.

En cas de manipulation de ce type de matériau pulvérulent à fort pouvoir absorbant :

- dans une démarche sécuritaire, prévoir le port d'un masque à poussière de type P3, et le port d'EPI (vêtements, de travail à manches longues, gants, chaussures de sécurité et lunettes de protection) – risque d'irritation des muqueuses. »

En 2018, dans le cadre d'une IEM réalisée par SUEZ Remediation (cf. rapport n°B7180010/V1 de juil.2018), un maillage du merlon a été effectué et des prélèvements de sol de surface ont été réalisés en surface pour caractérisation et analyses.

Six échantillons composites (5 échantillons ponctuels par maille utilisés pour composer l'échantillon composite de la maille) ont été envoyés au laboratoire pour analyses des paramètres considérés traceurs de la pollution des remblais (hydrocarbures, HAP, métaux, PCB par précaution).

Tableau 3 : Gamme des teneurs en polluants relevées dans les sols de surface du merlon Mean-Penhoët

Campagne de prélèvements de fév-18 (horizon superficiel 0-0,3m)	Caractérisation terres merlon Penhoët
Métaux lourds (mg/kg MS)	
Arsenic (As)	21 à 35
Cadmium (Cd)	0,7 à 1,6
Chrome (Cr)	23 à 43
Cuivre (Cu)	97 à 262
Nickel (Ni)	23 à 35
Plomb (Pb)	378 à 2100
Zinc (Zn)	412 à 1200
Mercure (Hg)	1,0 à 5,7
Hydrocarbures Totaux (HCT) (mg/kg MS)	
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	41 à 153
Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique (HAP) (mg/kg MS)	
Somme des HAP	6 à 23
PCB congénères réglementaires (mg/kg MS)	
SOMME PCB (7)	0,01 à 0,15

Les analyses ont mis en évidence, comme pour les remblais issus des travaux du bd des Apprentis, des matériaux de qualité médiocre, principalement impactés en métaux.

V. INVESTIGATIONS DE TERRAIN MENEES PAR SUEZ REMEDIATION SUR LE STOCK DE TERRES TEMPORAIRES

V.1 Sécurité

La sécurité a été assurée sur le chantier par :

- la participation au plan de prévention,
- le respect des consignes de sécurité de SUEZ Remediation.

La procédure d'implantation des sondages établie entre le Maître d'Ouvrage et SUEZ Remediation a été respectée.

V.2 Objectifs et programme de reconnaissances

L'objectif des présentes reconnaissances est de définir par maillage la qualité du stock de terres apportées sur la plate-forme temporaire interne pendant les travaux de réalisation du nouveau boulevard des Apprentis, afin de définir des filières d'évacuation ou des modalités de réemploi sur site possibles.

Pour répondre à cet objectif, SUEZ Remediation a mis en place la stratégie suivante :

- réalisation d'un maillage par piquetage du stock de terres,
- prélèvements au moyen d'une pelle mécanique d'un échantillon par maille réalisé sur la hauteur du stock
- cotation GPS des angles du stock et de chaque maille / prélèvement réalisé.

Les opérations de terrain ont été réalisées par SUEZ Remediation, les 05 et 06 octobre 2017. Elles sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Investigations réalisées par SUEZ Remediation

Zones sources potentielles/ installations visées	Produits stockés/utilisés	Objectif	Programme de reconnaissance	Analyses
Stock de terres en attente	Remblais d'origine indéterminée issus du tracé du futur boulevard	Caractériser les terres pour orientation filière ou réemploi éventuel	Réalisation de 37 mailles avec 1 échantillon composite par maille de 250 t et ponctuellement jusqu'à 500 t environ	Pack ISDI [†] + métaux sur brut

[†] Pack ISDI : Critères d'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes) pour les composés définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 sur matériaux bruts et sur éluats

V.3 Reconnaissance des terres excavées (A260)

Pour répondre aux objectifs fixés, 37 sondages ont été réalisés au droit du stock de terres, de dimension globale 39 x 55 m pour une hauteur comprise entre 2 et 4 m.

Les caractéristiques des sondages et leur localisation sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Localisation et caractéristiques des sondages

Installation visée	Sondages	Méthode	Hauteur stock (m)	Prélèvements		Mesures in-situ
Stock de terres en attente	G1-2 G3-4 G5-6	Pelle mécanique sur chenille	Entre 0 et 2-3 m ; rampe d'accès	<input type="checkbox"/> ponctuel <input checked="" type="checkbox"/> moyen	Sur toute la hauteur	/
	A1-2 A5-6		Env. 3 à 3,5 m			
	A3 et A4 B1 à B6 C1 à C6 D1 à D6 E1 à E6 F1 à F6		Entre 3 et 4 m			

La localisation des mailles est présentée sur le plan en **annexe 1-3**.

La méthodologie employée pour ces reconnaissances est conforme aux prescriptions de la norme NF ISO 10381-2 « Qualité du sol - -Echantillonnage- Partie 2 : lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage ».

Les techniques mises en œuvre dans la présente étude sont détaillées en **annexe 2-1** et la synthèse des relevés lithologiques est présentée en **annexe 2-2**.

V.4 Analyses en laboratoire

Les échantillons prélevés sur les sols ont fait l'objet des analyses citées dans le Tableau 4.

Le choix des substances à rechercher et les échantillons analysés ont été déterminés pour répondre aux objectifs fixés, conformément à la demande du maître d'ouvrage.

Le programme analytique est précisé dans les tableaux de résultats.

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire EUROFINs, accrédité équivalent COFRAC selon les méthodes précisées sur les bordereaux en **annexe 4-1**.

Les substances recherchées sont les paramètres nécessaires pour des orientations en filières agréées et également les polluants les plus couramment rencontrés lors du diagnostic réalisé avant les travaux du tracé du nouveau boulevard (cf. rapport EVAL phase 1 et 2 et caractérisation des déblais pour gestion dans le cadre de travaux n°B2170150/V0 de mai 2017 par SUEZ Remediation).

VI. RÉSULTATS

VI.1 Géologie et observations de terrain

Le stock de terres présente une proportion très majoritaire de matériaux anthropiques (remblais : matrice sablo-graveleuse) avec des blocs bétons, pierres, et parfois des déchets types enrobé, ferrailles, plastiques, bois / racines, bidim...

Dans deux mailles **C2** et **E5**, il a été noté la présence d'amiante ciment. **La reprise et la gestion de ces terres devra faire l'objet de procédures spécifiques en conformité avec la réglementation relative à l'amiante.**

Dans deux autres mailles **D6** et **G5-6**, il a été noté la présence de mâchefers.

La maille **E2** entre 2 et 3 m de profondeur présente des remblais noirâtres d'aspect douteux.

En mélange, il a été par ailleurs relevé des proportions d'argiles grises plus importantes dans les mailles B2-B3-B4, C2-C3-C4-C5-C6, D4 et D5 (en mélange avec des matériaux anthropiques) issues des terrains naturels au droit du tracé du boulevard, probablement excavées sous 1 m de profondeur.

Les coupes lithologiques des sondages réalisés sont présentées en **annexe 2-2**.

VI.2 Résultats d'analyses sur les terres excavées

VI.2.1 Tableaux analytiques

L'ensemble des bordereaux d'analyses est présenté en **annexe 4-1**.

Pour appréhender le degré de pollution du milieu sol analysé, et en cohérence avec la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, les résultats d'analyses sont comparés :

- à l'état initial du site si existant (sans objet pour ce cas),
- entre eux. SUEZ Remediation se base sur son expérience dans le domaine de la réhabilitation de sites et sols pollués et l'analyse des risques associés adaptée au contexte du site,
- aux valeurs réglementaires si existantes et adaptées au contexte,
- ou aux valeurs de bruit de fond géochimiques si disponibles. A ce titre, les résultats issus du maillage des sols de surface du merlon Mean-Penhoët (cf. études citées au §. II.2.2) peuvent être utilisés comme valeurs de bruit de fond local.

Les valeurs de référence retenues sont présentées détaillées en **annexe 3**.

Les résultats d'analyses de sols sont présentés dans les tableaux en pages suivantes, en comparaison aux valeurs de référence retenues (Cf. **annexe 3**).

Tableau 6 : Résultats d'analyses de sols en mg/kg - 1/3

Maille concernée	Valeurs de référence			Valeur local	A1-2	A3	A4	A5-6	B1	B2	B3	B4	B5	B6		
Surface approx en m2	Critères acceptation ISDI*	Gamme Valeurs de bruit de fond** sols ordinaires	Gamme Valeurs de bruit de fond** anomalies modérées	Gamme de teneurs mesurées au droit du merlon (0-0,3m)	104	52	52	104	52	52	52	52	52	52		
Tonnage estimé en t					505	253	253	505	253	253	505	253	253	253	253	253
Observations					/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Matières sèche MS					89,3	89,2	88,2	89,2	88,7	85,9	81,7	81,1	89,2	86,3		
Métaux lourds (mg/kg MS)																
Arsenic (As)	/	1 à 25	30 à 60	21 à 35	26,2	20,9	22,3	45,8	25,2	25,5	22,4	21,8	24,6	61,7		
Cadmium (Cd)	/	0,05 à 0,45	0,70 à 2,0	0,7 à 1,6	0,59	<0,40	<0,41	<0,40	0,74	0,54	0,48	<0,42	0,92	2,95		
Chrome (Cr)	/	10 à 90	90 à 150	23 à 43	35,5	35	35	40,1	39,1	38,8	41,4	42,3	39,1	40,7		
Cuivre (Cu)	/	2 à 20	20 à 62	97 à 262	159	169	166	363	194	173	172	131	218	724		
Nickel (Ni)	/	20 à 60	60 à 130	23 à 35	24,6	27,4	29	43	33,7	28,7	32,2	30,5	30,7	61,7		
Plomb (Pb)	/	90 à 50	60 à 90	378 à 2100	378	364	337	913	525	341	314	306	434	1210		
Zinc (Zn)	/	10 à 100	100 à 250	412 à 1200	541	544	665	1280	923	475	392	298	651	1780		
Mercure (Hg)	/	0,02 à 0,1	/	1,0 à 5,7	1,93	1,84	2,16	8,91	2,44	1,43	0,67	0,52	1,87	11,9		
Hydrocarbures Totaux (HCT) (mg/kg MS)																
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	500	/	/	41 à 153	325	80,2	101	124	112	77,9	121	84,7	147	339		
Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique (HAP) (mg/kg MS)																
Naphtalène	/	/	/	<0,05 à 0,16	0,14	0,093	0,059	0,053	<0,05	<0,05	<0,05	0,068	0,16	<0,05		
Somme des HAP	50	/	/	6 à 23	38	20	12	15	19	15	12	6,9	22	18		
PCB congénères réglementaires (mg/kg MS)																
SOMME PCB (7)	1	/	/	<0,01 à 0,15	0,30	0,02	0,07	0,01	0,08	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07		
Composés Aromatiques Volatils (BTEX) (mg/kg MS)																
Somme des BTEX	6	/	/	/	0,05	<0,05	<0,05	0,08	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
COT (Sols, Solides divers) par combustion sèche (mg/kg MS)																
COT	30000 ⁽¹⁾	/	/	/	30 400	31 400	24 500	43 100	35 300	30 900	25 500	25 400	31 800	57 900		
Analyses sur éluat (mg/kg MS)																
pH (Potentiel d'Hydrogène)	/	/	/	/	9,5	8	8,2	8,5	8,6	8	8	7,9	8,1	7,9		
Résidu sec à 105°C (Fraction soluble)*	4 000	/	/	/	2 060	2 090	<2000	<2000	2 250	2 930	3 960	3 090	<2000	2 930		
Carbone Organique par oxydation (COT)	500	/	/	/	69	64	<50	50	<50	63	<51	<51	<50	<50		
Chlorures*	800	/	/	/	24,8	24,6	17,9	18,3	35,3	42,3	43,3	50,1	18,8	22,3		
Fluorures	10	/	/	/	5,28	6,57	8,4	9,22	8,81	9,12	7,42	7,78	5,71	6,19		
Sulfate (SO4)*	1000	/	/	/	409	661	551	437	556	1030	1180	1280	710	1530		
Indice phénol	1	/	/	/	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,51	<0,51	<0,51	<0,50	<0,50		
Métaux lourds sur éluat (mg/kg de MS)																
Antimoine (Sb)	0,06	/	/	/	0,05	0,032	0,035	0,036	0,018	0,036	0,027	0,024	0,027	0,042		
Arsenic (As)	0,5	/	/	/	0,51	<0,20	<0,20	0,36	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,2		
Baryum (Ba)	20	/	/	/	<0,10	0,2	0,18	0,22	0,35	0,23	0,17	0,19	0,2	0,27		
Cadmium (Cd)	0,04	/	/	/	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002		
Chrome (Cr)	0,5	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		
Cuivre (Cu)	2	/	/	/	0,31	<0,20	<0,20	0,22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,2		
Molybdène (Mo)	0,5	/	/	/	0,051	0,051	0,057	0,042	0,045	0,09	0,102	0,084	0,055	0,08		
Nickel (Ni)	0,4	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		
Plomb (Pb)	0,5	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	<0,10		
Sélénium (Se)	0,1	/	/	/	0,015	0,015	0,019	<0,01	0,012	0,029	0,026	0,03	0,017	0,021		
Zinc (Zn)	4	/	/	/	<0,20	<0,20	<0,20	0,24	0,24	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		
Mercure (Hg)	0,01	/	/	/	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001		

* : Critères d'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes) pour les composés organiques définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014

** : Source : programme ASPITET - INRA Orléans (<http://etm.orleans.inra.fr/webetm2.htm>). Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France)

-/-	: somme inférieure au seuil de détection
<0,05	: valeur inférieure au seuil de détection
1,15	: valeur détectée
37	: valeur supérieure à la gamme Aspitet pour les sols ordinaires et à la gamme de valeurs locales
926	: pour les métaux sur brut - valeur supérieure à la gamme de valeurs locales
1600	: pour les métaux sur brut - valeur supérieure à la gamme haute des anomalies modérées ASPITET dans les sols ou pour le mercure valeur > 1 mg/kg mais dans la gamme des valeurs locales
84	: valeur supérieure au seuil d'acceptabilité en ISDI et pour les métaux sur brut : valeur supérieure à la gamme des anomalies modérées et à la gamme de valeurs relevées en local

Tableau 7 : Résultats d'analyses de sols en mg/kg - 2/3

Maille concernée	Valeurs de référence			Valeur local	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Surface approx en m2	Critères acceptation ISDI*	Gamme Valeurs de bruit de fond** sols ordinaires	Gamme Valeurs de bruit de fond** anomalies modérées	Gamme de teneurs mesurées au droit du merlon (0-0,3m)	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	
Tonnage estimé en t					253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253
Observations					/	Amiante-ciment	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	Mâchefers
Matières sèche MS					93	73,6	71,3	76,2	74,1	86,2	90	90,8	92	81,2	92,6	87	
Métaux lourds (mg/kg MS)																	
Arsenic (As)	/	1 à 25	30 à 60	21 à 35	36,4	18,5	20,3	16,1	17,3	75	29,7	27,6	27,5	22	18,8	61,4	
Cadmium (Cd)	/	0,05 à 0,45	0,70 à 2,0	0,7 à 1,6	0,75	<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	0,86	0,77	0,96	0,78	0,51	0,45	4,32	
Chrome (Cr)	/	10 à 90	90 à 150	23 à 43	41,6	41,1	45,4	39,7	38,5	35,1	51,4	122	92,7	64,4	116	37,8	
Cuivre (Cu)	/	2 à 20	20 à 62	97 à 262	330	123	198	49,4	80,9	3340	355	585	677	339	270	2260	
Nickel (Ni)	/	20 à 60	60 à 130	23 à 35	34,4	26,2	33,3	24,1	25,1	34,8	41,5	75,5	98,9	49,4	40,9	42,7	
Plomb (Pb)	/	90 à 50	60 à 90	378 à 2100	654	93,1	312	103	119	936	717	777	795	537	941	1270	
Zinc (Zn)	/	10 à 100	100 à 250	412 à 1200	763	189	423	161	263	2560	858	1140	1030	876	681	2500	
Mercure (Hg)	/	0,02 à 0,1	/	1,0 à 5,7	3,77	0,28	0,59	0,19	0,27	14,2	3,33	1,58	1,12	2,5	0,79	9,05	
Hydrocarbures Totaux (HCT) (mg/kg MS)																	
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	500	/	/	41 à 153	285	22,1	315	49,2	27,3	174	239	217	438	504	127	195	
Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique (HAP) (mg/kg MS)																	
Naphtalène	/	/	/	<0,05 à 0,16	0,081	<0,05	<0,27	<0,05	<0,05	<0,05	<0,22	<0,24	<0,05	<0,22	<0,22	0,054	
Somme des HAP	50	/	/	6 à 23	17	0,56	4,4	2,2	3,6	14	12	21	13	140	5,8	15	
PCB congénères réglementaires (mg/kg MS)																	
SOMME PCB (7)	1	/	/	<0,01 à 0,15	0,12	<0,02	0,07	<0,01	<0,01	0,25	0,42	0,06	0,10	0,19	0,30	0,27	
Composés Aromatiques Volatils (BTEX) (mg/kg MS)																	
Somme des BTEX	6	/	/	/	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
COT (Sols, Solides divers) par combustion sèche (mg/kg MS)																	
COT	30000 ⁽¹⁾	/	/	/	35 300	12 200	20 800	13 400	15 600	36 400	35 900	41 600	37 600	29 300	20 000	50 900	
Analyses sur éluat (mg/kg MS)																	
pH (Potentiel d'Hydrogène)	/	/	/	/	8,7	7,9	7,9	7,9	7,8	8,1	10	8,2	8	7,9	8	7,7	
Résidu sec à 105°C (Fraction soluble)*	4 000	/	/	/	<2000	2 110	2 860	4 750	2 350	8 230	<2000	<2000	<2000	2 160	<2000	8 390	
Carbone Organique par oxydation (COT)	500	/	/	/	<51	80	78	91	73	<50	<50	<51	<51	<51	<50	<50	
Chlorures*	800	/	/	/	21,9	30,8	35,1	65,1	34,8	26,3	22,7	17,3	28	21,9	35	37,2	
Fluorures	10	/	/	/	7,97	8,19	10,6	9,61	9,19	5,98	<5,00	9,38	6,35	8,02	6,69	<5,05	
Sulfate (SO4)*	1000	/	/	/	362	1010	1030	667	837	4790	602	546	317	421	741	5070	
Indice phénol	1	/	/	/	<0,51	<0,50	<0,51	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,51	<0,51	<0,51	<0,50	<0,50	
Métaux lourds sur éluat (mg/kg de MS)																	
Antimoine (Sb)	0,06	/	/	/	0,058	0,081	0,03	0,02	0,025	0,009	0,056	0,05	0,082	0,046	0,025	0,019	
Arsenic (As)	0,5	/	/	/	0,29	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,39	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	
Baryum (Ba)	20	/	/	/	0,15	0,16	0,1	0,15	0,12	0,36	0,1	0,27	0,34	0,19	0,27	0,35	
Cadmium (Cd)	0,04	/	/	/	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,3	
Chrome (Cr)	0,5	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Cuivre (Cu)	2	/	/	/	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,25	0,37	0,23	0,45	<0,20	<0,20	0,25	
Molybdène (Mo)	0,5	/	/	/	0,055	0,152	0,105	0,084	0,115	0,067	0,07	0,051	0,06	0,061	0,066	0,076	
Nickel (Ni)	0,4	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	
Plomb (Pb)	0,5	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,14	0,42	<0,10	0,22	<0,10	
Sélénium (Se)	0,1	/	/	/	<0,01	0,025	0,048	0,038	0,022	0,013	0,019	<0,01	<0,01	<0,01	0,018	0,019	
Zinc (Zn)	4	/	/	/	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,49	<0,20	0,36	<0,20	
Mercure (Hg)	0,01	/	/	/	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	

* : Critères d'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes) pour les composés organiques définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014

** : Source : programme ASPITET - INRA Orléans (<http://etm.orleans.inra.fr/webetm2.htm>). Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France)

-/-	: somme inférieure au seuil de détection
<0,05	: valeur inférieure au seuil de détection
1,15	: valeur détectée
37	: valeur supérieure à la gamme Aspitet pour les sols ordinaires et à la gamme de valeurs locales
926	: pour les métaux sur brut - valeur supérieure à la gamme de valeurs locales
1600	: pour les métaux sur brut - valeur supérieure à la gamme haute des anomalies modérées ASPITET dans les sols ou pour le mercure valeur > 1 mg/kg mais dans la gamme des valeurs locales
84	: valeur supérieure au seuil d'acceptabilité en ISDI et pour les métaux sur brut : valeur supérieure à la gamme des anomalies modérées et à la gamme de valeurs relevées en local

Tableau 8 : Résultats d'analyses de sols en mg/kg - 3/3

Maille concernée	Valeurs de référence			Valeur local	E1	E2	E3	E4	E5	E6	F1	F2	F3	F4	F5	F6	G1-2	G3-4	G5-6
	Surface approx en m2	Critères acceptation ISDI*	Gamme Valeurs de bruit de fond** sols ordinaires	Gamme Valeurs de bruit de fond** anomalies modérées	Gamme de teneurs mesurées au droit du merlon (0-0,3m)	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	91	91	91
253						253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	253	442
Tonnage estimé en t					/	R noirâtre	/	/	Amiantement	/	/	/	/	Mâchefers	/	/	/	/	Mâchefers
Observations					/	R noirâtre	/	/	Amiantement	/	/	/	/	Mâchefers	/	/	/	/	Mâchefers
Matières sèche MS					91,2	90,3	91	90,1	91,2	86,6	90,2	89,6	92,1	91,2	91,6	89,2	89,7	91	82
Métaux lourds (mg/kg MS)																			
Arsenic (As)	/	1 à 25	30 à 60	21 à 35	25	30,7	37,8	36,3	42,3	67,9	23,1	30,1	31,6	34,7	32,1	28,1	21,1	30,6	33,6
Cadmium (Cd)	/	0,05 à 0,45	0,70 à 2,0	0,7 à 1,6	<0,40	<0,40	0,78	1,97	1,05	2,11	0,78	0,76	0,8	<0,40	2,73	0,65	0,74	0,66	2,21
Chrome (Cr)	/	10 à 90	90 à 150	23 à 43	43	48,6	48,7	52,7	55,5	38,5	42,5	48,1	50,6	44,6	47,5	36,8	37,2	49,3	31,1
Cuivre (Cu)	/	2 à 20	20 à 62	97 à 262	277	377	201	337	565	733	185	161	200	219	269	230	125	187	183
Nickel (Ni)	/	20 à 60	60 à 130	23 à 35	44,4	41,8	37,2	49	51	52,2	48,9	38	35,6	34,3	42,4	28,4	29,9	36,4	24,1
Plomb (Pb)	/	90 à 50	60 à 90	378 à 2100	538	501	459	666	821	1150	365	395	451	440	485	638	401	481	641
Zinc (Zn)	/	10 à 100	100 à 250	412 à 1200	670	682	669	1150	971	1170	576	543	676	695	782	597	530	732	911
Mercuré (Hg)	/	0,02 à 0,1	/	1,0 à 5,7	2,56	1,93	2,89	3,41	2,51	13,1	1,54	1,71	3,61	2,11	2,64	2,44	1,2	1,32	3,59
Hydrocarbures Totaux (HCT) (mg/kg MS)																			
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	500	/	/	41 à 153	230	367	479	417	367	198	454	81,4	222	177	314	158	99,5	140	219
Hydrocarbures Aromatiques Polycyclique (HAP) (mg/kg MS)																			
Naphtalène	/	/	/	<0,05 à 0,16	<0,22	<0,23	<0,23	<0,23	<0,22	<0,05	<0,2	<0,05	<0,21	0,093	0,16	0,054	<0,25	0,11	<0,05
Somme des HAP	50	/	/	6 à 23	18	17	48	32	17	16	33	10	30	23	22	18	12	24	22
PCB congénères réglementaires (mg/kg MS)																			
SOMME PCB (7)	1	/	/	<0,01 à 0,15	0,25	1,31	0,15	0,20	0,06	0,12	0,35	0,06	0,08	0,07	0,21	0,04	0,03	0,14	1,23
Composés Aromatiques Volatils (BTEX) (mg/kg MS)																			
Somme des BTEX	6	/	/	/	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
COT (Sols, Solides divers) par combustion sèche (mg/kg MS)																			
COT	30000 ⁽¹⁾	/	/	/	35 700	45 900	40 300	45 200	43 100	55 600	28 000	33 100	37 500	34 500	43 000	38 000	34 000	30 200	25 100
Analyses sur éluat (mg/kg MS)																			
pH (Potentiel d'Hydrogène)	/	/	/	/	9,3	8,1	8,1	7,8	7,8	8,4	8,1	7,8	8,3	7,8	7,8	7,9	8	7,9	10
Résidu sec à 105°C (Fraction soluble)*	4 000	/	/	/	<2000	2 060	<2000	<2000	2 670	3 710	2 490	<2000	2 720	2 640	<2000	2 980	2 000	2 090	2 180
Carbone Organique par oxydation (COT)	500	/	/	/	<50	<50	<50	<50	<51	80	<51	<50	<50	<50	<50	67	<50	<50	<51
Chlorures*	800	/	/	/	15,8	15	15,4	11,1	16,6	34,9	26,5	16,2	15,2	14	12,8	31,3	51,1	22,1	31
Fluorures	10	/	/	/	5,53	6,9	9,6	12,9	9,41	<5,07	6,91	7,02	11,3	12,1	9,58	7,03	6,04	14,2	<5,05
Sulfate (SO4)*	1000	/	/	/	428	587	360	320	445	1490	895	626	409	420	351	361	615	279	655
Indice phénol	1	/	/	/	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,51	<0,51	<0,51	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,51
Métaux lourds sur éluat (mg/kg de MS)																			
Antimoine (Sb)	0,06	/	/	/	0,051	0,051	0,06	0,072	0,097	0,029	0,039	0,033	0,058	0,028	0,069	0,031	0,052	0,023	0,026
Arsenic (As)	0,5	/	/	/	0,3	0,29	<0,20	<0,20	<0,20	0,37	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,22	<0,20	<0,20	0,28
Baryum (Ba)	20	/	/	/	0,11	0,24	0,33	0,38	0,34	0,26	0,33	0,32	0,29	0,4	0,32	0,32	0,23	0,38	0,32
Cadmium (Cd)	0,04	/	/	/	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Chrome (Cr)	0,5	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Cuivre (Cu)	2	/	/	/	0,26	<0,20	<0,20	0,24	<0,20	0,29	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,49	<0,20	0,26	0,21
Molybdène (Mo)	0,5	/	/	/	0,072	0,067	0,063	0,06	0,061	0,042	0,072	0,064	0,07	0,666	0,08	0,039	0,065	0,063	0,033
Nickel (Ni)	0,4	/	/	/	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,35	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Plomb (Pb)	0,5	/	/	/	<0,10	<0,10	0,15	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	<0,10	0,25	<0,10	0,13	0,91	<0,10	0,43	<0,10
Sélénium (Se)	0,1	/	/	/	0,017	0,012	<0,01	<0,01	<0,01	0,012	0,013	0,012	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,018	<0,01	0,016
Zinc (Zn)	4	/	/	/	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,34	<0,20	<0,20	1,12	<0,20	0,58	<0,20
Mercuré (Hg)	0,01	/	/	/	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

* : Critères d'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes) pour les composés organiques définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014

** : Source : programme ASPITET - INRA Orléans (<http://etm.orleans.inra.fr/webetm2.htm>). Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France)

-/-	: somme inférieure au seuil de détection
<0,05	: valeur inférieure au seuil de détection
1,15	: valeur détectée
37	: valeur supérieure à la gamme Aspitet pour les sols ordinaires et à la gamme de valeurs locales
926	: pour les métaux sur brut - valeur supérieure à la gamme de valeurs locales
1600	: pour les métaux sur brut - valeur supérieure à la gamme haute des anomalies modérées ASPITET dans les sols ou pour le mercure valeur > 1 mg/kg mais dans la gamme des valeurs locales
84	: valeur supérieure au seuil d'acceptabilité en ISDI et pour les métaux sur brut : valeur supérieure à la gamme des anomalies modérées et à la gamme de valeurs relevées en local

Notes spécifiques pour les critères ISDI :

* COT sur brut : une valeur limite plus élevée peut être admise, à condition que la valeur limite de 500 mg/kg de matière sèche soit respectée pour le carbone organique total sur éluat, soit au pH du sol, soit pour un pH situé entre 7,5 et 8,0.

** COT sur éluat : la valeur limite de 500 mg/kg s'applique pour l'analyse du COT sur éluat à sa propre valeur de pH, ou à un pH compris entre 7,5 et 8,0.

*** Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble.

° Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes: 1500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg. Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

VI.2.2 Exploitation des résultats au regard d'une gestion éventuelle en filières externes agréées

Les résultats des reconnaissances menées par SUEZ Remediation sur les sols ont permis de mettre en évidence, dans la limite des investigations réalisées :

- Par rapport à l'ensemble des paramètres d'acceptabilité en ISDI[‡] :
 - 20 mailles sur 37 pourraient être admissibles en filière de type ISDI :
 - 4 mailles ne présentent aucun dépassement des seuils ISDI : A4, C5, D5 et F1,
 - Plusieurs mailles présentant des dépassements uniquement pour le COT sur brut : A3, A5-6, B1, B5, C1, D1, D2, E1, E3, F2 (paramètre seul non pénalisant pour une acceptation en ISDI – cf. explication ci-dessus) ;
 - Plusieurs mailles présentant des dépassements uniquement en sulfates sur éluat ou sulfates + COT sur brut : B2, B3, B4, B6, E6 (paramètres non déclassants suivant les explications ci-dessus) ;
 - Une maille présentant uniquement un dépassement pour la fraction soluble sur éluat : C4, (paramètre seul non pénalisant pour une acceptation en ISDI – cf. explication ci-dessus) ;
 - 17 mailles seraient redevables d'une autre filière de gestion :
 - **2 mailles présentant de l'amiante-ciment : C2 et E5 nécessitant une gestion particulière dans une filière spécifique agréée,**
 - 1 maille présente des teneurs en HCT et HAP sur brut supérieures aux seuils ISDI : D4,
 - 2 mailles présentent des teneurs en PCB sur brut supérieures au seuil ISDI : E2 et G5-6,
 - L'ensemble des autres mailles présentent des dépassements sur 1 ou plusieurs paramètres sur éluat et ne permettant pas un envoi en filière de type ISDI :
 - Fraction soluble et sulfates : C6,
 - Fluorures : F3, C3 (+ sulfates),
 - Antimoine sur éluat : D3, E3 (+ COT sur brut), E4 (+ fluorures), F5 (+ COT sur brut),
 - Arsenic : A1-2 (+ COT sur brut),
 - Cadmium, fraction soluble et sulfates sur éluat : D6,

[‡] ISDI : Installation de stockage de déchets inertes

- Molybdène et fluorures : F4,
 - Plomb : F6 (+ COT sur brut) ;
- **Cependant, par rapport aux teneurs relevées en métaux sur brut**, nous relevons sur les 37 mailles considérées et a fortiori pour les 20 mailles susceptibles d'être orientées en filière ISDI :
- des anomalies diffuses et importantes en métaux sur toutes les échantillons analysés. Les concentrations en cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc sont quasi systématiquement supérieures aux valeurs définies par le programme ASPITET (gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires et gamme des anomalies modérées),
 - 5 mailles sur 37 présentent des teneurs en cadmium supérieures à la gamme haute des anomalies modérées (2 mg/kg) avec un maximum de 4,32 mg/kg – ces teneurs sont systématiquement couplées avec des teneurs importantes à très importantes en plomb, zinc, cuivre voire mercure ;
 - 13 mailles sur 37 présentent des teneurs en mercure supérieures à 1 mg/kg – maximum de 14,2 mg/kg. Ces teneurs sont systématiquement couplées avec des teneurs importantes à très importantes en plomb, zinc, cuivre.
- ⇒ **Sur les 20 mailles susceptibles d'être admises en ISDI, 3 mailles présentent des teneurs en métaux et notamment en mercure sur brut très importantes et notablement supérieures à 6 mg/kg (6 mg/kg correspondant à la concentration la plus haute mesurée dans les sols de surface du merlon), déclassant les terres vers une autre filière agréée.**

Ainsi sur la base des analyses réalisées, 17 mailles pourraient être admises en filière de type ISDI, sous réserve d'acceptation par la filière. Les 20 autres mailles seraient à orienter vers d'autres filières agréées. Cf. plan en annexe 4-2.

Tableau 9 : Répartition des mailles pour pré-orientation en filières externes

Mailles n°	Tonnage	ISDI*	Non inerte**	Critères de refus (seuils ISDI) ou seuil Hg sur brut proposé = 6 mg/kg) ou présence amiante
A1-2	505		X	Arsenic sur éluat
A3	253	X		/
A4	253	X		/
A5-6	505		X	Mercure sur brut > 6 mg/kg
B1	253	X		
B2	253	X		
B3	253	X		
B4	253	X		
B5	253	X		
B6	253		X	Mercure sur brut > 6 mg/kg
C1	253	X		
C2	253		X	Antimoine (et Sulfates) sur éluat - présence d'amiante-ciment
C3	253		X	Fluorures et sulfates sur éluat
C4	253	X		
C5	253	X		
C6	253		X	Fraction soluble et sulfates sur éluat Mercure sur brut > 6 mg/kg
D1	253	X		
D2	253	X		
D3	253		X	Antimoine sur éluat
D4	253		X	HCT et HAP sur brut
D5	253	X		
D6	253		X	Cadmium sur éluat - Fraction soluble et sulfates sur éluat - mâchefers Mercure sur brut > 6 mg/kg
E1	253	X		
E2	253		X	PCB sur brut
E3	253		X	Antimoine sur éluat
E4	253		X	Antimoine sur éluat - Fluorures sur éluat
E5	253		X	Antimoine sur éluat - présence d'amiante-ciment
E6	253		X	Mercure sur brut > 6 mg/kg et sulfates sur éluat
F1	253	X		
F2	253	X		
F3	253		X	Fluorures sur éluat
F4	253		X	Molybdène sur éluat - Fluorures sur éluat
F5	253		X	Antimoine sur éluat
F6	253		X	Plomb sur éluat
G1-2	442	X		
G3-4	442		X	Fluorures sur éluat
G5-6	442		X	PCB sur brut, présence de mâchefers
Tonnages totaux	10 418	4483	5935	

* ISDI : Installation de stockage de déchets inertes

* Non inerte : redevable d'une filière autre que ISDI sur la base de la présence constatée d'amiante (C2 et E5), des critères de l'AM du 12/12/2014 et/ou sur la base des teneurs en mercure sur brut pour 5 mailles : A5-6, B6, C6, D6 et E6.

* Les orientations filières sont proposées uniquement sur la base des résultats analytiques présentés dans ce rapport : les critères d'acceptabilité ISDI ne valent pas acceptation immédiate, ce sont les seuils d'acceptation propres à chaque filière d'élimination (définis dans leurs Arrêtés Préfectoraux propres) qui déterminent le choix de destination des terres. De plus, à titre indicatif, ces critères ne constituent en aucun cas des seuils de dépollution.

VI.2.3 Exploitation des résultats par rapport aux données géochimiques locales anthropiques (remblais)

Sur les métaux

Au regard des gammes de teneurs en métaux sur brut dans les échantillons composites de sols de surface relevés au droit du merlon Mean-Penhoët, les teneurs en métaux sur terres excavées présentent des dépassements pour 24 des 37 mailles analysées :

Le paramètre récurrent est le cuivre avec des teneurs comprises entre 49 et 3340 mg/kg dans les terres excavées, contre des teneurs comprises entre 97 et 262 mg/kg dans les sols de surface du merlon.

Le nickel et le chrome sont également présents en teneurs fréquemment supérieures aux gammes relevées sur le merlon (23 - 35 mg/kg et 23 – 43 mg/kg) tout en étant dans la gamme des sols ordinaires ou des anomalies modérées pour 2 échantillons. Plus ponctuellement, des dépassements sont observés pour :

- le mercure pour 5 échantillons dépassant la gamme des teneurs relevées sur le merlon (1 – 5,7 mg/kg),
- l'arsenic – à noter que ce paramètre est en lien avec des dépassements d'autres composés notamment le mercure pour les teneurs les plus importantes en arsenic (max. 75 mg/kg),
- le cadmium, à noter également les 2 teneurs les plus importantes sont en lien avec les spots en mercure,
- le zinc pour 4 échantillons, systématiquement en lien avec les teneurs spot en mercure.

On peut noter que les teneurs en plomb, globalement très élevées dans les échantillons des 37 mailles analysées (teneurs comprises entre 93 et 1270 mg/kg), sont toutes dans la gamme des teneurs relevées dans les sols de surface du merlon (Pb : entre 378 et 2100 mg/kg).

Sur les composés organiques (HCT, HAP, PCB)

Par comparaison avec les gammes relevées dans les sols de surface du merlon, il est observé :

- 22 dépassements en hydrocarbures, dont 2 dépassant également le critère d'acceptabilité en ISDI,
- 7 dépassements en HAP, dont 1 dépassant également le critère d'acceptabilité en ISDI,
- 2 dépassements en PCB, dépassant également le critère d'acceptabilité en ISDI.

Synthèse :

Globalement on observe :

- des dépassements en métaux pour 5 mailles du stock de terres excavées par rapport à la qualité des sols de surface du merlon actuel : A5-6, B6, C6, D6, E6 (fortes anomalies en mercure voire en cuivre),
- des dépassements en composés organiques pour 3 mailles par rapport aux critères d'acceptabilité en ISDI : D4 (HAP, HCT), E2 (PCB), G5-6 (PCB).

VII. SYNTHÈSE : ÉTABLISSEMENT DU SCHEMA CONCEPTUEL

L'ensemble des données recueillies est présenté sous forme d'un schéma conceptuel. Il précise de manière synthétique les sources de pollution potentielles au droit du site, les voies de transfert, les milieux d'exposition potentiels, les cibles et les voies d'exposition pour les usagers du site et pour l'environnement du site.

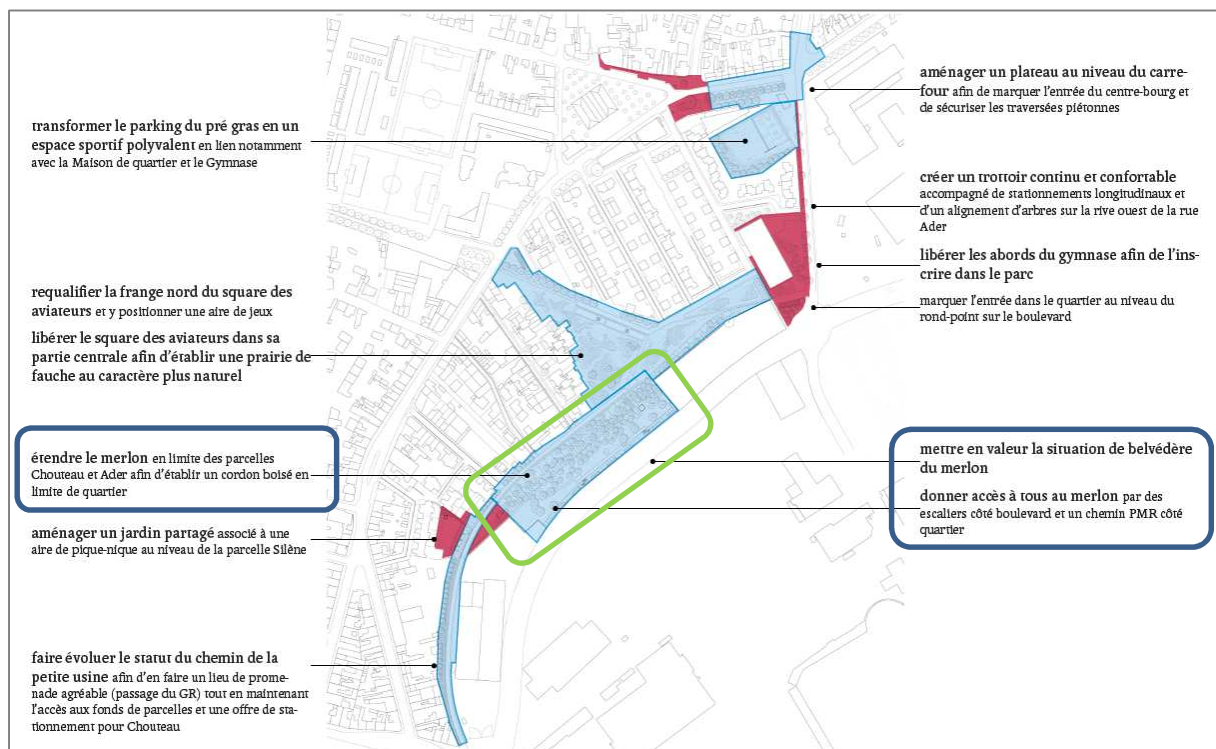
Les caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances présentes ou suspectées (Cf. **annexe 5-1**) ont été prises en compte pour établir le schéma conceptuel.

VII.1 Hypothèses d'aménagement

Le schéma conceptuel est établi sur la base de l'aménagement souhaité par la CARENE pour le réemploi des terres excavées :

- Sur site :
 - Réalisation d'un merlon paysager (extension du merlon existant de Mean Penhoët – présence aujourd'hui d'arbres fruitiers : pommiers, mirabelliers, ronciers) avec un remodelage nécessitant un apport de 8 000 m³ de terres, ouvert au public adulte et enfant : lieu de promenade, table d'orientation,
 - absence d'usage des eaux souterraines au droit du site,
 - absence de pose de réseaux de canalisation AEP au droit du merlon paysager.

Figure 5 : Esquisse synthèse périmètres pour les aménagements urbains et paysagers – Traitement de la façade du bd des Apprentis §



§ Source : Esquisse BDA (42 pages en .pdf) « Maîtrise d'œuvre partagée pour la réalisation d'aménagements urbains et paysagers – Traitement de la façade du boulevard des Apprentis – St Nazaire » Comité de Politage du 13/03/2018

- Hors-site : absence d'usage des eaux souterraines recensé en aval hydraulique et zones industrielles du Port de Saint-Nazaire.

VII.2 Etat de la qualité des terres excavées

On entend ici la qualité des terres excavées issues du tracé du bd des Apprentis en stockage temporaire, qui constituerait les futurs sols de recouvrement / profilage du merlon.

Tableau 10 : Synthèse de l'état des milieux (terres excavées)

		Sols investigués	Terres excavées issues du tracé du bd des Apprentis en stockage temporaire
SOURCE	Milieux concernés		Sol
	Sondage/ouvrage concerné		Cf maillage
	Polluant principal		Métaux : As, Cd, Cu, Pb, Hg, Zn HAP (ponctuel) Dans une moindre mesure : HCT, PCB
	Localisation de la pollution		Selon maillage du stock de terres
	Zone de pollution délimitée?		Oui- selon maillage du stock de terres
	Concentrations maximales		As : 75 mg/kg Cd : 4,3 mg/kg Cu : 3 340 mg/kg Pb : 1 270 mg/kg Zn : 2 560 mg/kg Hg : 14,2 mg/kg HAP : 140 mg/kg / HCT = 500 mg/kg / PCB : 1,3 mg/kg
	Tonnage		10 420 tonnes de terres sur la plate-forme dont : environ 4 500 tonnes admissibles en ISDI selon critères filières* ou réemploi à étudier environ 5 900 tonnes à orienter dans d'autres filières* agréées ou réemploi à étudier
MILIEUX IMPACTES PAR LES SOURCES	Eaux souterraines	Sur site (secteur bd des Apprentis)	Non contrôlé - pas d'usage au droit du site
		Aval hors-site	Pas d'usage recensé hors site en aval hydraulique
	Eaux superficielles		Sans objet
	Air ambiant		Pas de mesures réalisées
	Eaux du réseau		Sans objet

* : sous réserve d'acceptation par les filières

VII.3 Schéma conceptuel et évaluation sommaire des risques d'exposition

Le risque induit par un site potentiellement pollué résulte de l'existence conjointe :

- d'une source de pollution,
- d'une voie de transfert de cette pollution,
- d'un enjeu pour cette pollution.

En l'absence de l'un de ces trois facteurs, il n'y a pas de risque d'exposition.

Le Tableau 11 présente l'inventaire des sources, des vecteurs et des enjeux. Le schéma conceptuel est également présenté sous forme graphique en **annexe 5-2**.

Tableau 11 : Schéma conceptuel : évaluation qualitative pour réutilisation des terres excavées sur le merlon sans mesure particulière

PHENOMENES DE TRANSFERT							MILIEUX D'EXPOSITION	VOIES D'EXPOSITION	CIBLES (ENJEUX)	CONCLUSIONS		
Voie de transfert	Milieu intermédiaire	Voie de transfert	Milieu intermédiaire	Voie de transfert	Milieu intermédiaire	Voie de transfert				Voie d'exposition possible?	Evaluation qualitative des risques	Justification
							Sols de surface	Ingestion accidentelle de sols, contact cutané	Promeneurs adultes et enfants sur le site Adultes travailleurs	<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input checked="" type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Teneurs importantes dans les sols mais taux de fréquence modéré des adultes et enfants sur le merlon pour l'usage futur étudié de promenade Risque considéré potentiel (similaire à l'usage actuel) Risque non retenu si recouvrement du site par apport d'au moins 30 cm de terre végétale + grillage avertisseur
Envol de poussières						Air ambiant (poussières)	Inhalation de poussières	<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue		<input type="checkbox"/> Négligeable <input checked="" type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré		
Bioaccumulation						Aliments autoproduits	Ingestion	<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue		<input type="checkbox"/> Négligeable <input checked="" type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Risque considéré potentiel par bioaccumulation dans les fruits / végétaux au vu des teneurs présentes dans les terres excavées et dans les sols de surface du merlon (pas de données sur la qualité des sols en profondeur du merlon ni dans les fruits au droit du merlon)	
Dégazage	Gaz du sol	Dégazage				Air ambiant (gaz)	Inhalation de gaz	<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue		<input checked="" type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Présence de composés volatils à peu volatils dans les sols en teneurs faibles (naphtalène, hydrocarbures) à modérées (mercure) mais en extérieur avec un taux de fréquentation modéré => risque considéré négligeable	
Perméation						Eau du réseau AEP	Contact cutané, ingestion d'eau	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue		<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Absence de canalisations d'eau potable prévues - Si besoin, prévoir pose de nouvelles conduites dans des matériaux sains et selon les règles de l'art	
Perméation	Eau du réseau AEP	Dégazage				Air ambiant (gaz) lors de la douche	Inhalation de gaz	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue		<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré		
Migration verticale	Eaux souterraines					Eaux souterraines sur site	Voies liées au usages des eaux	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue		<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Absence de puits recensé sur site	
Migration verticale	Eaux souterraines	Dégazage	Gaz du sol	Dégazage		Air ambiant (gaz)	Inhalation de gaz	<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue		<input checked="" type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Présence de composés volatils dans les sols en teneurs faibles à traces, hormis le mercure - Toutefois le risque de migration dans la nappe et de remobilisation en phase gazeuse est considéré négligeable	
Migration verticale	Eaux souterraines	Migration latérale eaux souterraines				Eaux souterraines hors site	Voies liées aux usages des eaux	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue		<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Absence de puits en aval du site, avec la proximité de l'estuaire de la Loire / océan atlantique	
Migration verticale	Eaux souterraines	Migration latérale eaux souterraines	Eaux souterraines hors site	Dégazage	Gaz du sol	Dégazage	Air ambiant (gaz) hors site	Inhalation de gaz	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Risque considéré négligable au droit du site donc a fortiori hors site	
Migration verticale	Eaux souterraines	Migration latérale eaux souterraines				Eaux superficielles hors-site	Voies usages liées aux usages des eaux superficielles (baignade, pêche, activités nautiques...)	usagers hors-site	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	Non vulnérable de par les phénomènes de flux : estuaire de la Loire, zone portuaire	

Voie d'exposition : retenue si existence conjointe (source/vecteur/cible)

Si retenue => évaluation qualitative :

- Négligeable : voie écartée (concentrations faibles, zone extérieure ...)
- Potentiel : incertitude quant à la qualité du milieu d'exposition (pollution dans les eaux souterraines mais pas d'informations dans les gaz du sol ou l'air ambiant)
- Significatif : mesure significative dans le milieu d'exposition (eaux souterraines, air ambiant, eau du réseau...).
- Avéré : problème sanitaire (ex eau consommée impactée...).

Au regard du schéma conceptuel, les risques potentiels sont liés :

- Sur site :
 - A l'exposition des usagers adultes et enfants par ingestion accidentelle de sols, contact cutané, inhalation de poussières,
 - A l'ingestion de fruits en cas de plantation d'espèces comestibles sur les terres excavées qui seraient mises en place, ou en cas de maintien des arbres fruitiers et muriers en place (étude en cours par la CARENE sur la gestion des arbres fruitiers et muriers actuels) ;
- Hors-site : pas d'impact suspecté – l'envol de poussières issu du site est considéré négligeable de par la présence d'une couverture végétale et les phénomènes de dispersion dans l'atmosphère.

Les risques sur site retenus et considérés négligeables sont :

- L'inhalation de composés volatils issus du dégazage des sols, de par la présence de composés volatils à peu volatils dans les sols en teneurs faibles à modérées (naphtalène, hydrocarbures) à ponctuellement plus importantes (mercure), uniquement en extérieur et avec un taux de fréquentation modéré ;
- A fortiori l'inhalation de composés volatils issus du dégazage des eaux souterraines, de par un risque de migration des polluants volatils depuis les sols vers la nappe considéré faible et de remobilisation en phase gazeuse considéré d'autant plus négligeable.

VIII. PROPOSITIONS DE GESTION DES TERRES EXCAVEES

VIII.1 Démarche et objectifs

Conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites pollués l'objectif de la présente étude est de proposer un ensemble de mesures de gestion pour un stock existant de terres excavées, le plus adapté à la situation, permettant :

- la gestion et le devenir de ces terres, aujourd'hui en stockage provisoire sur une plate-forme temporaire, dans un esprit de préservation globale de la qualité des milieux (maîtrise des sources),
- de s'assurer que, suivant les teneurs en polluants présents dans ces terres, les impacts sur les milieux environnants sont bien maîtrisés, par rapport à leur réemploi et à des usages donnés (maîtrise des impacts),
- de garantir un état des milieux compatible d'un point de vue sanitaire avec l'usage du site et de son environnement.

L'étude de réemploi des terres doit également aborder, si nécessaire :

- la prévention des risques et la protection des travailleurs lors des travaux,
- la surveillance des milieux,
- les actions de conservation de la mémoire.

Les mesures les plus pertinentes sont comparées selon des critères techniques et organisationnels, économiques, d'hygiène et de sécurité, politiques et sociétaux, juridiques et réglementaires : c'est le bilan coûts-avantages. Ce bilan est un outil d'aide à la décision et permet de retenir la solution de gestion reposant sur le meilleur compromis entre ces critères.

La pertinence des mesures de gestion est alors évaluée du point de vue des différents acteurs impliqués (maître d'ouvrage, riverains, administration, etc.).

Dans tous les cas, pour être valides, les solutions de gestion retenues doivent aboutir à rendre le site receveur compatible, en terme sanitaire, avec son usage et son environnement. Cette validation passe par une analyse des enjeux sanitaires permettant de valider les objectifs de réemploi des terres.

Il est rappelé que les propositions de mesures de gestion sont valables dans les limites actuelles de nos connaissances de la qualité des milieux

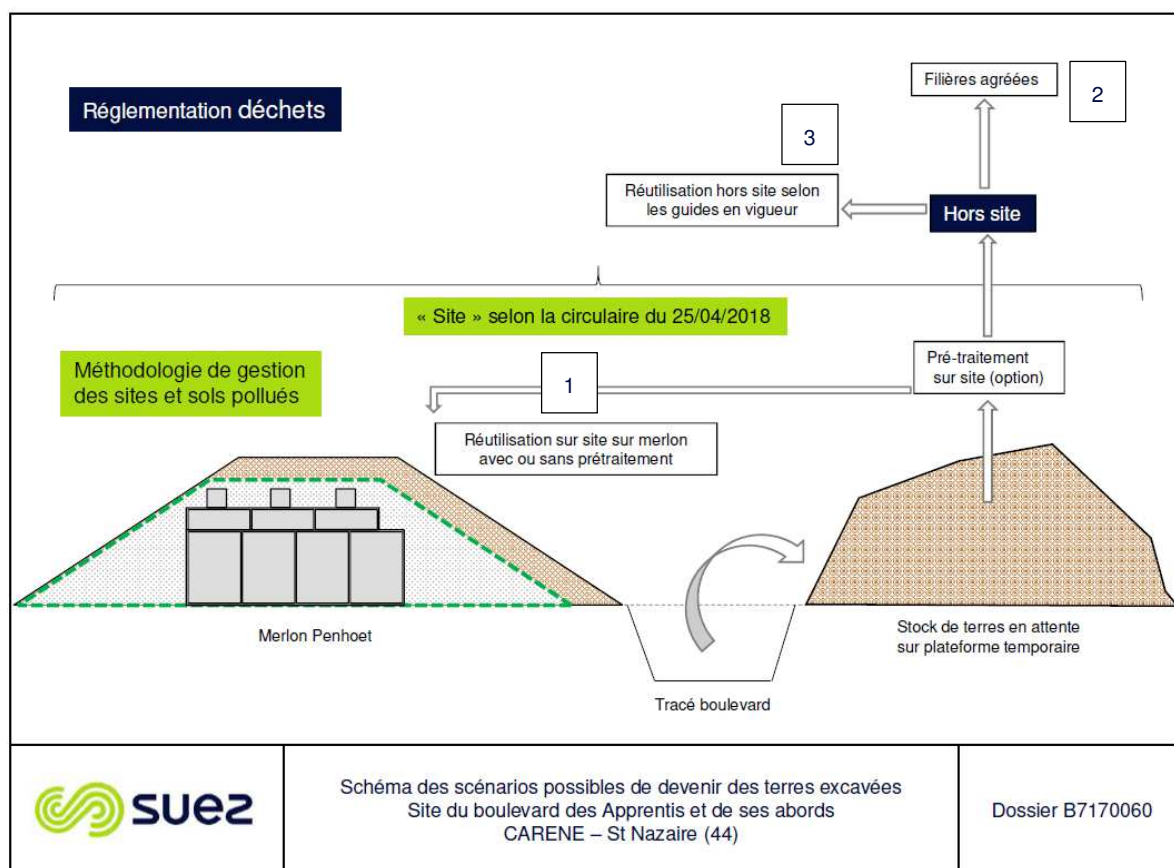
VIII.2 Contexte – scénarii envisageables

Dans le cadre des travaux de réaménagement du secteur de boulevard des Apprentis, la CARENE souhaite trouver des solutions pour gérer le stock de 10 420 tonnes de terres excavées issues des travaux au droit du nouveau tracé du boulevard. Plusieurs solutions de gestion peuvent être étudiées :

1. Réutilisation sur site, avec une notion de garantie de compatibilité par rapport au projet de réaménagement de la CARENE,
2. Elimination hors site en filières agréées selon la réglementation déchets,
3. Réutilisation hors site selon les guides en vigueur** sous réserve d'avoir un site pressenti receveur avec notamment un bruit de fond local similaire.

Le schéma ci-dessous présente ces différentes solutions :

Figure 6 : Schéma des scénarios possible de gestion des terres excavées



En amont de ces solutions, le pré-traitement des terres peut être étudié avant la définition des filières ou les modalités de réutilisation sur site.

De même, des mesures optionnelles en aval des solutions de réutilisation sur site seront à étudier : surveillance éventuelle des milieux, restrictions d'usage, conservation de la mémoire.

** Guide de valorisation hors site des terres excavées issues de site et sols potentiellement pollués dans des projets d'aménagement – Nov. 2017, Guide de réutilisation hors site des terres excavées en techniques routières INERIS fév. 2012 / Guide VALTEX de déc. 2018

Par ailleurs, dans le cadre du déstockage des terres, des mesures de protection des travailleurs seront à prendre en compte notamment pour les deux mailles contenant de l'amiante-ciment.

⇒ **Les scénarii n°1 et n°2 sont étudiés dans la suite de ce rapport.**

Le scénario n°3 correspond à l'étude d'une réutilisation hors site suivant le guide du BRGM : il n'a pas été étudié dans la suite du rapport conformément à la demande de la CARENE (pas de besoin notable en terre identifié hors site et un projet en cours sur site passant en priorité avec des besoins de matériaux avérés).

VIII.3 Scénario 1 : étude du réemploi sur site des terres excavées

VIII.3.1 Hypothèses fournies par la CARENE

Données fournies par mail le 29/03/2019

Dans le cadre du projet de remodelage du merlon Mean-Penhoët, la CARENE a indiqué les volumes suivants nécessaires :

- 4000 m³ de reprise de terres excavées (issus des déblais du boulevard),
- 4000 m³ d'apport de terre végétale saine pour recouvrement soit 0,4 m d'épaisseur d'apport.

La superficie approximative du merlon est de 10 000 m² environ.

De plus, la CARENE a tenu compte des résultats des études réalisées notamment au droit du merlon Penhoët (cf. II.2) et du schéma conceptuel présenté au chapitre VII.3 pour le projet de réaménagement du merlon :

*« Le projet d'aménagement du parc de Penhoët prend en charge le reprofilage du merlon existant et son prolongement nord et sud, afin de l'intégrer dans les parcours du parc (notamment avec la création d'un accès PMR), de renforcer un écran acoustique vis-à-vis du boulevard, de reprendre un volume de terre issues de la fabrication du boulevard mais aussi de réaliser une mise en sécurité des terres polluées du merlon par un recouvrement en terre végétale saine d'au moins 30 cm d'épaisseur. Un projet végétal accompagne ce remodelage afin de recomposer une couverture arborée importante suite à l'abattage des mirabelliers présents, non adaptés aux usages et à la pollution du sol (suppression des espèces à fruits consommables) » **Ce point est cependant encore à l'étude par la CARENE en juin 2019 par rapport aux arbres fruitiers existants à ce jour sur le merlon Mean-Penhoët.** « Ce projet de plantation s'adapte alors à la nature sablo-graveleuse des terres du merlon formé par remblais sur une épaisseur de 1,80 à 3 m. »*

Extrait de la note fournie par la CARENE sur la réutilisation des déblais pour le remodelage du merlon daté du 04/03/19 et transmise à SUEZ le 29/03/19

VIII.3.2 Proposition de seuils pour réemploi sur site

Sur la base des éléments présentés dans le chapitre VI, différents seuils de réemploi des terres sur site (merlon Mean-Penhoët) peuvent être proposés.

Pour les métaux :

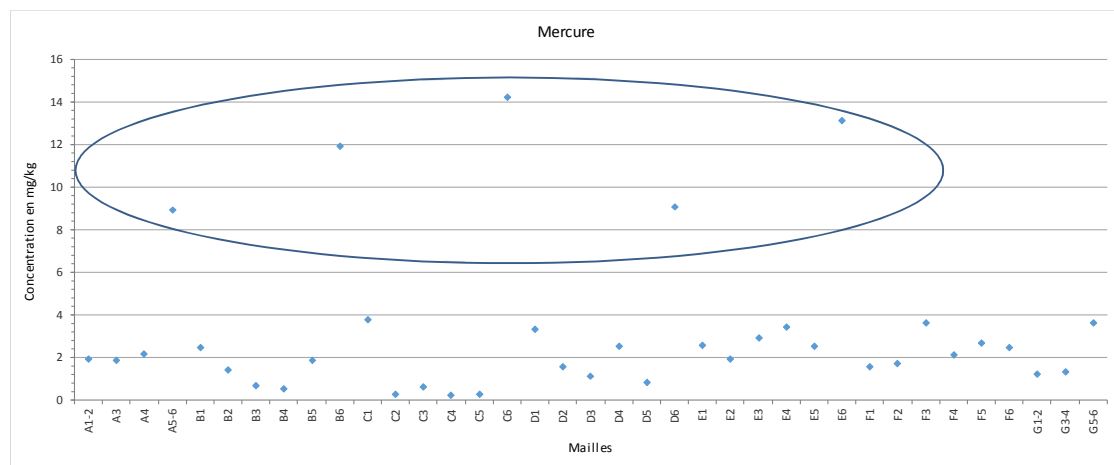
Les seuils sont basés sur la comparaison entre les teneurs relevées au droit du merlon (sols de surface) et celles relevées dans les terres excavées. Il a été mis en évidence que les mailles contenant les teneurs les plus importantes en mercure sont aussi celles présentant les teneurs les plus importantes en cadmium, arsenic et zinc.

Concernant le cuivre et dans une moindre mesure le nickel et le chrome, ces composés sont présents en teneurs supérieures à celles relevées sur la surface du merlon. Toutefois ils sont stables et n'apparaissent pas comme problématiques en phase soluble (pas de dépassements des critères ISDI sur éluat). Ces paramètres n'ont pas été retenus pour la suite de l'étude.

Le mercure est choisi comme traceur de la problématique des métaux.

Le graphique ci-dessous reprend la répartition des teneurs en mercure dans les mailles du stock de terres excavées.

Figure 7 : Graphique des teneurs en mercure en mg/kg / échantillon



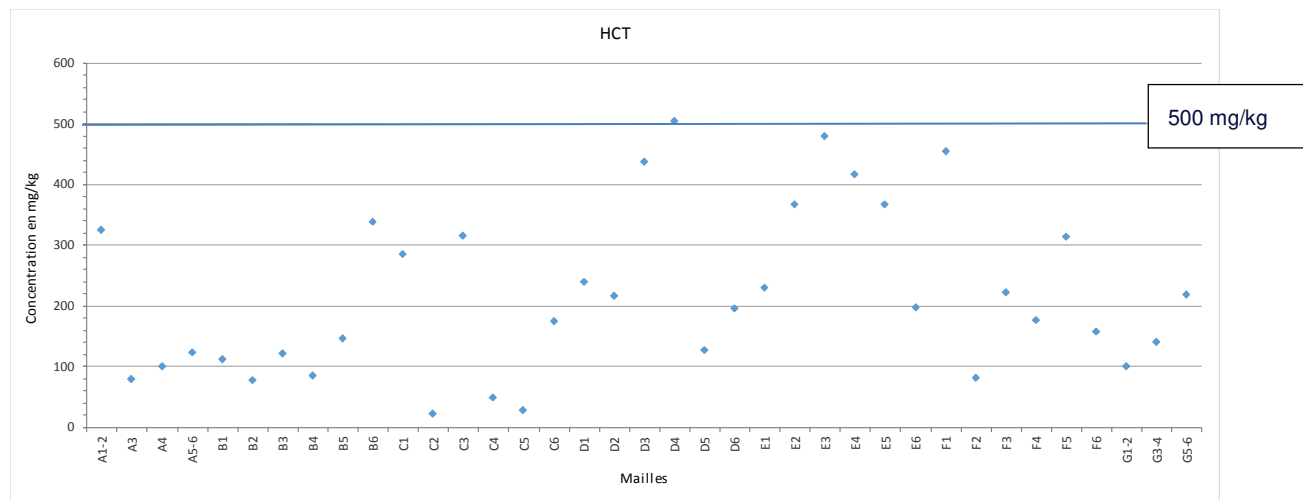
5 mailles présentent des teneurs supérieures à 6 mg/kg correspondant à la concentration maximale relevées dans les sols de surface du merlon (5,7 mg/kg).

Rq : La moyenne des teneurs au droit du merlon est de 2,5 mg/kg ; environ 12-13 mailles dépassent cette valeur.

Pour les composés organiques, les graphiques des teneurs mesurées dans les terres excavées ont été exploités et les teneurs comparées aux seuils ISDI.

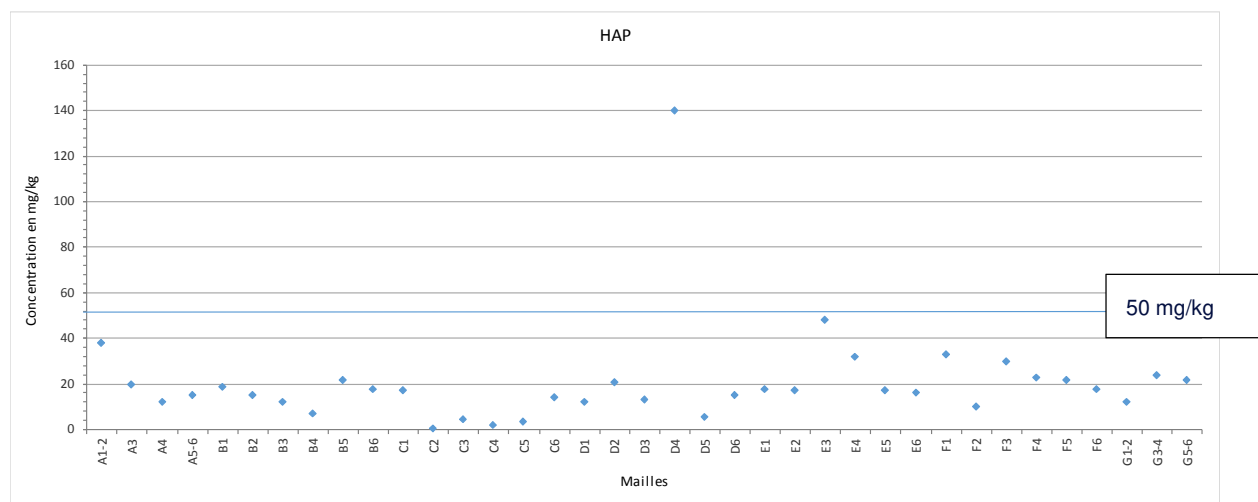
Le graphique des teneurs en Hydrocarbures totaux montre des teneurs faibles à modérées dans toutes les mailles, inférieures ou égales au seuil ISDI :

Figure 8 : Graphique des teneurs en HCT en mg/kg / échantillon



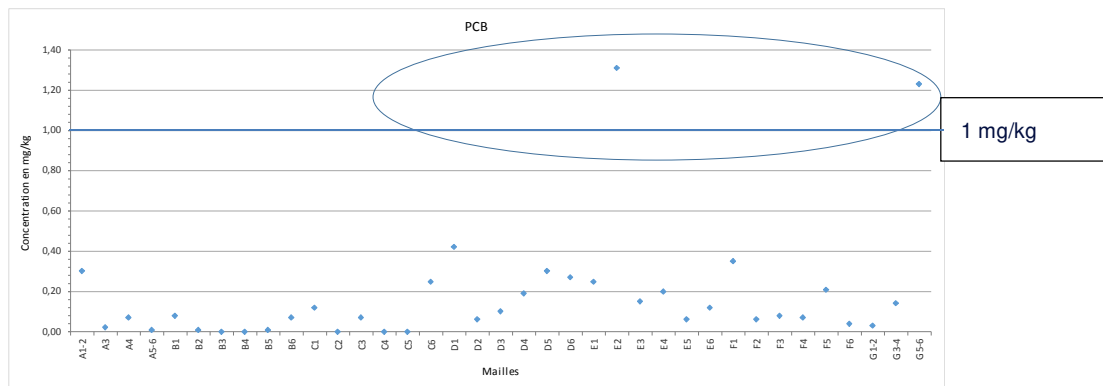
Pour les HAP, une seule teneur spot se distingue, toutes les autres teneurs étant inférieures à 50 mg/kg. De fait cette valeur peut être retenue comme seuil et il correspond également au seuil d'acceptabilité en ISDI.

Figure 9 : Graphique des teneurs en HAP en mg/kg / échantillon



Pour les PCB, toutes les teneurs sont inférieures à 1 mg/kg à l'exception de 2 mailles (entre 1 et 1,4 mg/kg) – 1 étant le seuil ISDI.

Figure 10 : Graphique des teneurs en PCB en mg/kg / échantillon



Un seuil de 1 mg/kg peut être retenu pour cette famille de composés correspondant au seuil d'acceptabilité en ISDI.

VIII.3.3 Synthèse – seuils proposés

L'exploitation des données précédentes permet de proposer deux types de seuils pour le réemploi de terres excavées sur le merlon.

Tableau 12 : Proposition de seuils de réemploi sur site (scénario 1C)

Substances	Seuils proposés (en mg/kg)	Justification
Mercure (Hg)	6	Teneur maximale retrouvée sur le merlon (5,7 mg/kg) et approche statistique
Hydrocarbures	500	Seuils ISDI
HAP	50	
PCB	1	

Tableau 13 : Proposition de seuils rehaussés de réemploi sur site (scénario 1B)

Substances	Seuils proposés (en mg/kg)	Justification
Mercure (Hg)	11	Approche statistique, environ 2 x la teneur maximale relevée sur le merlon
Hydrocarbures	1 000	Seuils ISDI x 2
HAP	100	
PCB	2	

VIII.3.4 Etude du réemploi des terres excavées sans seuil

Conformément à la demande de la CARENE, le scénario 1 de réemploi des terres sur le merlon est également étudié sans prendre en compte de seuils en lien avec les analyses chimiques (correspondant au scénario 1A).

VIII.3.5 Volume pouvant être réutilisé sur le merlon

A la vue des données fournies par la CARENE, le volume possible de réemploi des déblais issus des travaux du bd des Apprentis est de 4 000 m³ soit 7 200 tonnes environ (densité prise : 1,8).

Sur la base des seuils de réemploi proposés au chapitre VIII.3.2, le tableau suivant présente les mailles qui pourraient faire l'objet d'une réutilisation dans le cadre des travaux d'aménagement du merlon Mean-Penhoët.

Tableau 14 : Mailles susceptibles d'être réutilisées sur site suivant les seuils de réemploi retenus

Mailles n°	Tonnage	Scénario 1A		Scénario 1B		Scénario 1C	
		Pas de seuil fixé		Seuils réhaussés x 2 : Hg < 11 mg/kg Hap < 100 mg/kg et PCB < 2 mg/kg		Seuils Hg < 6 mg/kg HAP < 50 mg/kg et PCB < 1 mg/kg	
A1-2	505	Oui	505	Oui	505	Oui	505
A3	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
A4	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
A5-6	505	Oui	505	Oui	505	Non	
B1	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
B2	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
B3	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
B4	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
B5	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
B6	253	Oui	253	Non		Non	
C1	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
C2	253	Non		Non		Non	
C3	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
C4	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
C5	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
C6	253	Oui	253	Non		Non	
D1	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
D2	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
D3	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
D4	253	Oui	253	Non		Non	
D5	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
D6	253	Oui	253	Oui	253	Non	
E1	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
E2	253	Oui	253	Oui	253	Non	
E3	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
E4	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
E5	253	Non		Non		Non	
E6	253	Oui	253	Non		Non	
F1	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
F2	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
F3	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
F4	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
F5	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
F6	253	Oui	253	Oui	253	Oui	253
G1-2	442	Oui	442	Oui	442	Oui	442
G3-4	442	Oui	442	Oui	442	Oui	442
G5-6	442	Oui	442	Oui	442	Non	
Tonnages totaux	10 418	Tonnage maximal pouvant être réutilisé	9 913	Tonnage maximal pouvant être réutilisé	8 903	Tonnage maximal pouvant être réutilisé	7 451
		Tonnage admissible sur le	7 200	Tonnage admissible sur le merlon	7 200	Tonnage admissible sur le merlon	7 200

*ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes

** : redevable d'une filière autre que ISDI sur la base des critères de l'AM du 12/12/2014 et/ou sur la base des teneurs en mercure sur brut pour 5 mailles : A5-6, B6, C6, D6 et E6 *sous réserve d'acceptation par la filière pressentie*

Pour les trois sous-scénarios 1 étudiés, les mailles présentant de l’amiante (mailles n°C2 et E5) ne pourront pas être réutilisées sur site et devront faire l’objet d’une gestion spécifique conformément à la réglementation amiante avec prise en charge et évacuation en filières agréées.

VIII.4 Scénario 2 : gestion des terres excavées hors site en filières agréées

L’étude de la gestion en filières agréées des terres excavées a été réalisée en prenant en compte les filières suivantes, susceptibles de recevoir des terres :

- Installation de stockage de déchets inertes,
- Installation de stockage de déchets ISDI + (ISDI à seuils rehaussés)
- Installation de stockage de déchets non dangereux,
- Biocentre,
- Installation de stockage de déchets dangereux.

Le choix d’acceptation des terres en filières sera à confirmer par les filières sous réserve d’obtention d’un certificat d’acceptation préalable sur la base de résultats d’analyses et des critères propres à chaque centre.

Tableau 15 : Répartition des mailles suivant orientation filières

Mailles n°	Tonnage	Scénario 2		Critères de refus (seuils ISDI) ou seuil Hg sur brut proposé = 6 mg/kg) ou présence amiante
		Filières possibles si gestion hors site		
		ISDI*	Autre**	
A1-2	505		ISDI+	Arsenic sur éluat
A3	253	X		/
A4	253	X		/
A5-6	505		ISDD	Mercure sur brut > 6 mg/kg
B1	253	X		
B2	253	X		
B3	253	X		
B4	253	X		
B5	253	X		
B6	253		ISDD	Mercure sur brut > 6 mg/kg
C1	253	X		
C2	253		ISDD amiante	Antimoine (et Sulfates) sur éluat - présence d'amiante-ciment
C3	253		ISDI+	Fluorures et sulfates sur éluat
C4	253	X		
C5	253	X		
C6	253		ISDD	Fraction soluble et sulfates sur éluat Mercure sur brut > 6 mg/kg
D1	253	X		
D2	253	X		
D3	253		ISDI+	Antimoine sur éluat
D4	253		ISDD	HCT et HAP sur brut
D5	253	X		
D6	253		ISDD	Cadmium sur éluat - Fraction soluble et sulfates sur éluat - mâchefers Mercure sur brut > 6 mg/kg
E1	253	X		
E2	253		ISDND	PCB sur brut
E3	253		ISDI+	Antimoine sur éluat
E4	253		ISDI+	Antimoine sur éluat - Fluorures sur éluat
E5	253		ISDD amiante	Antimoine sur éluat - présence d'amiante-ciment
E6	253		ISDD	Mercure sur brut > 6 mg/kg et sulfates sur éluat
F1	253	X		
F2	253	X		
F3	253		ISDI+	Fluorures sur éluat
F4	253		ISDI+	Molybdène sur éluat - Fluorures sur éluat
F5	253		ISDI+	Antimoine sur éluat
F6	253		ISDI+	Plomb sur éluat
G1-2	442	X		
G3-4	442		ISDI+	Fluorures sur éluat
G5-6	442		ISDND	PCB sur brut, présence de mâchefers
Tonnages totaux	10 418		4483	

*ISDI : Installation de Stockage de Déchets Inertes

** : redevable d'une filière autre que ISDI sur la base des critères de l'AM du 12/12/2014 et/ou sur la base des teneurs en mercure sur brut pour 5 mailles : A5-6, B6, C6, D6 et E6 sous réserve d'acceptation par la filière pressentie

VIII.5 Comparaison des différents scénarii étudiés

Le tableau en page suivante présente les mesures de gestion permettant d'atteindre les objectifs fixés, et compare leurs coûts et leurs avantages et inconvénients respectifs.

Tableau 16 : Bilan coûts avantages des différents scénarii étudiés

		Gestion des terres excavées issues des travaux du bd des Apprentis- stockage sur plate-forme temporaire : gestion en filière ou réemploi dans le cadre du réaménagement du secteur : Merlon Mean Penhoët			
Objectif à atteindre		Pas de seuil de réutilisation sur site : réemploi des matériaux impactés A l'exclusion des mailles contenant de l'amiante	Seuils proposés pour réemploi sur site sous conditions (sur matériau brut) en mg/kg : - Composés organiques : HCT = 1000, HAP = 100, PCB = 2 - Composés métalliques : Hg = 11 Et à l'exclusion des mailles contenant de l'amiante	Seuils proposés pour réemploi sur site sous conditions (sur matériau brut) en mg/kg : - Composés organiques : HC = 500, HAP = 50, PCB = 1 - Composés métalliques : Hg = 6 Et à l'exclusion des mailles contenant de l'amiante	Non concerné - 100 % filières
Capacité de ré-emploi sur le merlon		Données CARENE : 4000 m3 : besoin de matériaux pour réaménagement & rehausse du merlon (hors terre végétale)	Données CARENE : 4000 m3 : besoin de matériaux pour réaménagement & rehausse du merlon (hors terre végétale)	Données CARENE : 4000 m3 : besoin de matériaux pour réaménagement & rehausse du merlon (hors terre végétale)	Non concerné - 100 % filières
Scénario de dépollution		Scénario 1 A	Scénario 1 B	Scénario 1 C	Scénario 2
Mesure de gestion proposée		Réemploi sans seuils Orientation en filières agréées pour les terres en surplus a priori admissibles en filière de type ISDI	Réemploi suivant les seuils proposés Orientation en filières agréées pour les terres ne respectant pas les seuils proposés	Réemploi suivant les seuils proposés Orientation en filières agréées pour les terres ne respectant pas les seuils proposés	Elimination hors site en filières agréées
Critères techniques, normatifs, et organisationnels	Technique	++ Technique simple : tri selon plan de maillage et orientation différenciée	++ Technique simple : tri selon plan de maillage et orientation différenciée	++ Technique simple : tri selon plan de maillage et orientation différenciée	++ Technique simple : tri selon plan de maillage et orientation différenciée
	Durée	++ 1 à 3 mois Dépend des capacités de travaux du chantier de création du merlon	++ 1 à 3 mois Dépend des capacités de travaux du chantier de création du merlon	++ 1 à 3 mois Dépend des capacités de travaux du chantier de création du merlon	++ 2 mois
	Bilan matière estimatif	+++ Gestion effective des terres issues des travaux du bd des Apprentis par réutilisation des terres les plus contaminées comme matériaux intégrés au projet local du réaménagement du merlon et envoi en filière agréée de type ISDI des terres en surplus	+++ Gestion effective des terres issues des travaux du bd des Apprentis par évacuation des terres les plus contaminées en filières agréées et réemploi de matériaux intégré au projet local du réaménagement du merlon	+++ Gestion effective des terres issues des travaux du bd des Apprentis par évacuation des terres les plus contaminées en filières agréées et réemploi de matériaux intégré au projet local du réaménagement du merlon	+++ Gestion effective des terres issues des travaux du bd des Apprentis par évacuation de 100 % du stock en filières agréées
	maintenance	Merlon : prévoir le maintien en bon état de la couverture pendant toute la durée du confinement	Merlon : prévoir le maintien en bon état de la couverture pendant toute la durée du confinement	Merlon : prévoir le maintien en bon état de la couverture pendant toute la durée du confinement	Aucune
Critères économiques	Coûts - budget estimatif AMIANTE	Estimatif de 150 k€	Estimatif de 150 k€	Estimatif de 150 k€	Estimatif de 150 k€
	Coûts - budget estimatif (hors AMIANTE)	Estimatif de 150 à 200 k€ (y c cout du transfert mais hors remise en place) pas de criblage des terres	Estimatif de 250 à 300 k€ (y c cout du transfert mais hors remise en place) pas de criblage des terres	Estimatif de 450 à 500 k€ (y c cout du transfert mais hors remise en place) Gain possible avec criblage préalable des mailles destinées aux filières type ISDND ou ISDD	Estimatif entre 650 à 750 k€ (Volume total à gérer de 10 420 tonnes) Gain possible avec criblage préalable des mailles destinées aux filières type ISDND ou ISDD
	Coûts annexes prévisibles	Démantèlement de la PTF temporaire après évacuation des terres : 15 k€ Grillage avertisseur sur merlon : 50 K€ (hypothèse : 5€/m ² pour 10 000 m ²)	Démantèlement de la PTF temporaire après évacuation des terres : 15 k€ Grillage avertisseur sur merlon : 50 K€ (hypothèse : 5€/m ² pour 10 000 m ²)	Démantèlement de la PTF temporaire après évacuation des terres : 15 k€ Grillage avertisseur sur merlon : 50 K€ (hypothèse : 5€/m ² pour 10 000 m ²)	Démantèlement de la PTF temporaire après évacuation des terres : 15 k€
	évaluation globale du critère économique	++	+	+	--
Critères HSE	Bilan environnemental	+ Ré-emploi et filière en local (hors amiante) Empreinte carbone faible	+/- Ré-emploi en local et filière en régional Empreinte carbone (environ 1 500 T à évacuer à 200 km)	+/- Ré-emploi en local et filière en régional Empreinte carbone (entre 3 à 3 500T à évacuer à 200 km)	-- Empreinte carbone importante. Evacuation de l'ensemble en filière régionale (6 000T de tonnage à évacuer à 200 km)
	Sécurité	+ Gestion classique de la sécurité pour ce type d'intervention, avec risque routier accentué du fait des importants volumes à transporter par camion.	+ Gestion classique de la sécurité pour ce type d'intervention, avec risque routier accentué du fait des importants volumes à transporter par camion.	+ Gestion classique de la sécurité pour ce type d'intervention, avec risque routier accentué du fait des importants volumes à transporter par camion.	+ Gestion classique de la sécurité pour ce type d'intervention, avec risque routier accentué du fait des importants volumes à transporter par camion.
Critères socio-politiques	Valeur symbolique ("psychologique" / morale)	-- Suppression physique du stockage Ré-emploi de matériaux pollués sur le merlon Penhoët et évacuation des terres les moins impactées en filière	+ Suppression physique du stockage Ré-emploi de matériaux pollués sur le merlon Penhoët sous conditions : matériaux très pollués en filière (dont très fortes teneurs en métaux)	+ Suppression physique du stockage Ré-emploi de matériaux pollués sur le merlon Penhoët sous conditions : matériaux pollués en filière (dont fortes teneurs en métaux)	+ / - Suppression physique du stockage Pas de valorisation des terres
	Nuisances	- Nuisances pour les riverains : risque d'émission de poussières lors de la remise en place sur le merlon Environ 20 camions vers filière régionale Environ 100 camions vers les filières locales Environ 260 camions entre la PTF et le merlon (95% de flux en local et 5 % en région)	- Nuisances pour les riverains : risque d'émission de poussières lors de la remise en place sur le merlon Environ 60 camions vers filière régionale Environ 60 camions vers les filières locales Environ 260 camions entre la PTF et le merlon (84% de flux en local et 16 % en région)	- Nuisances pour les riverains : risque d'émission de poussières lors de la remise en place sur le merlon Environ 110 camions vers filière régionale Environ 10 camions vers les filières locales Environ 260 camions entre la PTF et le merlon (71% de flux en local et 29 % en région)	+ / - Rotation de camions pendant plusieurs semaines Environ 200 camions vers filière régionale Environ 160 camions vers les filières locales (42 % des flux en local et 58 % en région)
Critères juridiques et réglementaires	Responsabilité à court et long terme du maître d'ouvrage	Stockage des terres : Nécessité d'évacuer les terres en attente sur la PTF temporaire Responsabilité liée à l'apport de terres impactées sur le merlon	Stockage des terres : Nécessité d'évacuer les terres en attente sur la PTF temporaire Responsabilité liée à l'apport de terres impactées sur le merlon	Stockage des terres : Nécessité d'évacuer les terres en attente sur la PTF temporaire Responsabilité liée à l'apport de terres impactées dans la même gamme que les teneurs actuelles sur le merlon	Stockage des terres : Nécessité d'évacuer les terres en attente sur la PTF temporaire
Autres critères	Avantages	Coût économiquement le plus intéressant Gestion de l'impact actuel en métaux des sols de surface du merlon par l'intégration d'une couverture dans le cadre du réaménagement Optimisation avec réemploi de remblais en local	Coût économiquement intéressant Gestion de l'impact actuel en métaux des sols de surface du merlon par l'intégration d'une couverture dans le cadre du réaménagement Optimisation avec réemploi de remblais en local	Gestion de l'impact actuel en métaux des sols de surface du merlon par l'intégration d'une couverture dans le cadre du réaménagement Gestion sécurisée des terres les plus impactées - Conformité à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués	Sécuritaire Conformité à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués
	Inconvénients	Non conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués Pérenité du recouvrement à assurer Conservation de la mémoire de la qualité des remblais	S'inspire de la méthodologie de gestion des sites et sols pollués Pérenité du recouvrement à assurer Conservation de la mémoire de la qualité des remblais	Coût significatif avec augmentation du nombre de camions vers les filières régionales par rapport au local Pérenité du recouvrement à assurer Conservation de la mémoire de la qualité des remblais	Coûts très importants Beaucoup de camions sur les routes Pas d'optimisation avec les projets de réaménagements en cours sur le secteur Pas de réponse aux besoins en local de matériaux pour le merlon Mean-Penhoët
Points complémentaires à examiner		Mise en place de servitudes inscrites dans les documents d'urbanisme (< 5k€)	Mise en place de servitudes inscrites dans les documents d'urbanisme (< 5k€)	Mise en place de servitudes inscrites dans les documents d'urbanisme (< 5k€)	Acceptation par les filières à prévoir au préalable
Critères décisifs		Coût le plus intéressant Gestion des terres non conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués Gestion des matériaux par la collectivité dans le cadre des ré-aménagements publics au sein d'un même périmètre Servitudes à prévoir	Coût intéressant Gestion des terres s'inspirant de la méthodologie de gestion des sites et sols pollués Gestion raisonnée des matériaux par la collectivité dans le cadre des ré-aménagements publics au sein d'un même périmètre Servitudes à prévoir	Coût significatif Gestion des terres conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués Gestion raisonnée des matériaux par la collectivité dans le cadre des ré-aménagements publics au sein d'un même périmètre Servitudes à prévoir	Sécuritaire Coût très significatif Pas d'optimisation avec les projets de la collectivité Pas de réponse aux besoins de matériaux sur le merlon Mean-Penhoët Pas de servitudes à prévoir

VIII.6 Mesures complémentaires à prévoir

VIII.6.1 Recouvrement des sols de surface

Dans les trois scénarios 1A, 1B et 1C, il est prévu l'utilisation d'une partie des terres excavées sur le merlon Mean-Penhoët pour agrandir et rehausser le merlon existant. Après mise en place de ces matériaux, il sera nécessaire de :

- Mettre en place un grillage avertisseur sur toute la surface du merlon afin de localiser la présence des remblais de qualité médiocre sous-jacents,
- Recouvrir ensuite par un apport de terres végétales saines d'au moins 30 cm d'épaisseur pour couper tout risque de contact avec les futurs usagers du site.

VIII.6.2 Prévention des impacts sanitaires lors de travaux futurs

On entend par travaux, les travaux de reprise des terres excavées en attente pour chargement camions, les travaux d'aménagement du site (merlon Mean-Penhoët) à partir des terres excavées ou la reprise des terres déjà présentes sur le merlon, et tous autres travaux où les travailleurs peuvent être en contact avec les sols.

Concernant la gestion des terres amiantées (terrassment / conditionnement), une entreprise habilitée aux interventions en Sous-section 3 devra être mandatée.

D'une manière générale, les voies d'exposition identifiées en phase chantier sont les suivantes :

- Inhalation de gaz (substances volatiles),
- Inhalation de poussières (substances volatiles et non volatiles),
- Contact cutané,
- Contact oculaire et avec les muqueuses,
- Ingestion accidentelle.

Compte tenu de la toxicité des substances présentes dans les sols, les travailleurs devront se munir des équipements de protection individuelle (EPI) adaptés.

De manière plus spécifique, en plus des EPI classiques (gants, lunettes, casques, vêtements couvrants manches longues, chaussures de sécurité), ils peuvent être amenés à porter :

- Pour les poussières : des masques à poussières type P3 et le nettoyage systématique des mains et du visage en sortie de chantier ;
- Pour les composés organiques : de gants spécifiques et un masque à cartouche adapté.

Des lunettes de protection et des combinaisons de type Tyvek devront être tenus à disposition des salariés en cas d'atmosphère empoussiérée.

De même, toutes les précautions pour limiter l'émission et l'envol des poussières devront être pris en compte dans l'offre (par exemple, protection des zones de travail à l'aide de bâches ou réalisation d'un arrosage si nécessaire, nettoyage des voiries en fin de journée).

Le détail des recommandations devra être décrit dans le Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS), rédigé avant la mise en route des travaux de réaménagement. Les éléments détaillés sont présentés dans le document suivant : « protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués » Co-éditions ADEME/INRS réf. ED 866- juin 2002- nouvelle édition.

VIII.6.3 Transport des terres excavées

Quel que soit le scénario retenu, le transport des terres depuis la plate-forme temporaire sera réalisé soit vers les filières de gestion agréées adaptées, soit vers le site du merlon Mean-Penhoët.

Le transport des terres se fera selon la réglementation en vigueur :

- pour les terres inertes, en bennes TP (un bâchage est recommandé pour éviter l'envol des poussières),
- pour les terres impactées, en bennes TP bâchées avec des transporteurs disposant des autorisations préfectorales,
- pour les terres amiantées, en camion plateau après conditionnement en big-bags spécifique et disposant des autorisations préfectorales spécifiques.

Les évacuations de terres vers une filière hors site incluront une traçabilité, constituée de bordereaux de suivi de déchets (BSD ou BSDA pour les terres amiantées) signés par :

- Le producteur du déchet ;
- Le transporteur ;
- La filière d'acceptation du déchet.

Une attention particulière sera portée sur :

- l'exigence de ne pas contaminer les zones saines par le passage des engins de transport dont les pneus pourraient être souillés par des terres impactées ;
- aucun véhicule contenant des terres impactées ne devra sortir de l'enceinte du chantier non bâché. Le système de bâchage des camions devra être optimisé pour éviter tout comportement à risque des chauffeurs lors de la mise en place de la bâche ;
- le respect des exigences spécifiques des filières de traitement ou d'élimination.

Nota : Le titulaire de transport devra avoir une déclaration préfectorale précisant sa capacité à exercer le transport et le courtage des déchets suivant leur typologie et les filières d'admission (déclaration en préfecture).

VIII.6.4 Surveillance des milieux

Compte tenu des hypothèses prises en compte pour l'aménagement du site, aucune action particulière de surveillance de la qualité des milieux n'est envisagée.

Cependant, il sera nécessaire de réaliser des vérifications régulières du bon état des sols de recouvrement par le biais de servitudes (chapitre suivant).

VIII.6.5 Restrictions d'usage

Nous recommandons la mise en place de restrictions d'usage au droit du futur merlon Mean-Penhoët rehaussé et aménagé comme lieu accessible au public pour un usage de promenade :

- **Recouvrir les sols de surface** avec un apport d'au moins 0,30 m de matériaux sains (terre végétale saine) qui doivent être séparés des terres sous-jacentes (terres excavées pour la rehausse et/ou sols de surface du merlon actuel),
- **Assurer la pérennité du recouvrement** (terre végétale et grillage avertisseur) avec des contrôles réguliers du bon état des sols de recouvrement (modalités et fréquence restant à définir),

- **Interdire les plantations d'espèces comestibles (dont arbres fruitiers – à noter qu'une étude est en cours concernant les arbres fruitiers et muriers existants sur le site du Merlon),**
- **Interdire par précaution l'utilisation des eaux souterraines au droit du site,**
- **Prendre en compte la qualité des sols au droit du merlon lors de tout type de travaux :**
 - Protection des travailleurs et des populations environnantes (aspersion des sols, travail en période humide pour éviter les envols de poussières, port de vêtements couvrants, masques à poussières, lunettes de protection, gants pour les travailleurs, etc.),
 - Gestion des terres excavées selon la méthodologie de gestion des sites et sols pollués et les réglementations en vigueur.
- **Mettre en place de restrictions d'usage au droit du site** par des servitudes à inscrire dans les documents d'urbanisme / conservation de la mémoire de la qualité des sols
- **Remise en perspective de cette étude pour tout changement d'usage ou d'aménagement.**

Pour rappel, l'étude réalisée sur les sols de surface du merlon actuel aboutissait également à des recommandations de de gestion / servitudes, rappelées ci-dessous :

- **« Interdire l'accès au terrain, sinon (si le souhait de la Ville est de rendre ce terrain public) :**
- **Recouvrir les sols de surface** avec un apport d'au moins 0,30 m de matériaux sains (terre végétale saine) et la mise en place d'un grillage avertisseur entre les sols en place et ces matériaux d'apport,
- **Retirer les arbres et buissons fruitiers et interdire ce type d'usage par précaution, ou réaliser des prélèvements et analyses sur les fruits pour caractériser les teneurs en métaux, HCT et HAP et statuer ensuite sur la base des données terrain – étude en cours par la CARENE en juin 2019,**
- **Prendre en compte la qualité des sols lors de tout type de travaux :**
 - *Protection des travailleurs et des populations environnantes (aspersion des sols, travail en période humide pour éviter les envols de poussières, port de vêtements couvrants, masques à poussières, lunettes de protection, gants pour les travailleurs),*
 - *Gestion des terres excavées selon la méthodologie de gestion des sites et sols pollués et les réglementations en vigueur.*
- **Mettre en place de restrictions d'usage au droit du site / conservation de la mémoire de la qualité des sols/ remise en perspective pour tout changement d'usage ou d'aménagement. »**

Les servitudes recommandées dans le cadre du réaménagement du merlon viennent donc complétées les mesures déjà recommandées pour le merlon actuel.

Afin d'assurer la mémoire de ces restrictions, celles-ci devront être inscrites au plan d'urbanisme de la ville de St Nazaire. Il devra être prévu dans les actes de cession du site l'obligation pour les acquéreurs successifs de faire figurer dans les actes de cession ultérieurs du terrain les restrictions d'usage et de s'y soumettre, et d'y faire figurer tous les documents afférents à la qualité du sous-sol du site (diagnostics de pollution, rapport de surveillance, rapports de travaux, plan de gestion, etc.).

IX. Estimation des coûts et comparaison des scénarii retenus

Ce tableau présente les résultats de l'étude des quatre scénarii étudiés pour la gestion du stock de terres excavées en attente de devenir :

- soit la reprise des terres suivant différents niveaux de conditions (3 scénarii 1A, 1B et 1C) pour le réemploi de 7200 tonnes de terres excavées dans le cadre du réaménagement du merlon Mean-Penhoët et l'envoi en filières agréées des terres excédentaires,
- soit la reprise de 100 % du stock de terres excavées et leur élimination en filières agréées (scénario 2).

Tableau 17 : Budgets et synthèse des scénarii de gestion retenus

Phase	Description	Durée	Coût estimatif (K€ HT)
Gestion des terres excavées :			
<ul style="list-style-type: none"> - Prévention des impacts sanitaires lors de travaux de gestion des terres (protection des travailleurs) - Gestion des terres en fonction de leur qualité avec un besoin de 4 000 m³ en réemploi sur site du merlon soit 7 200 tonnes 			
Scénario 1A	Réemploi des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) <u>sans critères de tri ni d'analyses</u> – hormis interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5) et env. 2700 t parmi les terres excédentaires redevables de l'ISDI (toutes les mailles sauf 1 de 250 t env.)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	300 à 350 k€
Scénario 1B	Réemploi <u>sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 11 mg/kg, HAP < 100 mg/kg, HCT < 1000 mg/kg, PCB < 2 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 1000 t en ISDD (mailles B6, C6, D4, E6) et env. 1700 t à prendre dans les mailles redevables de l'ISDI.	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	400 à 450 k€
Scénario 1C	Réemploi <u>sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 6 mg/kg, HCT < 500 mg/kg, HAP < 50 mg/kg, PCB < 1 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env.250 t vers l'ISDI (soit 1 maille : par exemple A3), env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 700 t vers l'ISDND (mailles E2 et G5-6) et env. 1760 t vers l'ISDD (mailles A5-6, B6, C6, D4, D6, E6)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	600 à 650 k€
Scénario 2	100 % des terres à envoyer en filières agréées	2 mois	800-900 k€
Actions complémentaires	Optimisation des volumes à évacuer en filières spécialisées type ISDND et ISDD par criblage (hors mailles contenant de l'amiante)	< 1 mois	Gain possible pour les scénarii 1C et 2 : environ 30 k€
	Pour les scénarii 1 : grillage avertisseur à prévoir + apport de terre végétale d'au moins 0,3 m d'épaisseur* Grillage avertisseur : Estimatif 5 € / m ² – surface merlon 10 000 m ²	< 1 mois	TV prévue pour le projet non chiffré + 50 k€* grillage

	<p>Restrictions d'usage sur site :</p> <ul style="list-style-type: none"> - interdiction de planter des espèces comestibles dont arbres fruitiers, - interdiction d'utiliser les eaux souterraines, - Assurer la pérennité du recouvrement des remblais par au moins 0,30 m de terre végétale saine et du grillage avertisseur sous-jacent, - obligation de prise en compte de l'état résiduel du sous-sol en cas de modification des aménagements considérés dans le présent rapport. <p>Conservation de la mémoire de l'état du site : Inscription des servitudes dans les documents d'urbanisme</p>	Jusqu'à levée argumentée des restrictions.	< 5 K€ pour un dossier de mise en place de restrictions d'usage
Coût estimatif global par scénario		Scénario 1A	300 à 350 k€*
		Scénario 1B	400 à 450 k€*
		Scénario 1C	600 à 650 k€*
		Scénario 2	800 à 900 k€*

* Remarque : Le montant pour l'achat du grillage avertisseur à mettre en place au droit du merlon Mean-Penhoët serait également à prendre en compte dans le cadre du projet de réaménagement dudit merlon, même en cas de non réutilisation des terres excavées en attente sur la plate-forme temporaire, au vu de la qualité médiocre des sols de surface déjà présents sur le merlon.

De même l'apport de terre végétale saine et la mise en place de servitudes seront à réaliser quel que soit le scénario retenu pour la gestion des terres excavées.

Ainsi ces montants n'ont pas été ajoutés aux coûts estimatifs globaux présentés ci-dessus.

X. MISE A JOUR DU SCHEMA CONCEPTUEL

Le schéma conceptuel établi avant mesures de gestion (cf. chapitre VII) mettait en évidence des risques potentiels liés :

- Sur site :
 - A l'exposition des usagers adultes et enfants par ingestion accidentelle de sols, contact cutané, inhalation de poussières,
 - A l'ingestion de fruits en cas de plantation d'espères comestibles sur les terres excavées qui seraient mises en place, ou en cas de maintien des arbres fruitiers et muriers en place (étude en cours sur la gestion des arbres fruitiers et muriers actuels) ;
- Hors-site : pas d'impact suspecté – l'envol de poussières issu du site est considéré négligeable de par la présence d'une couverture végétale et les phénomènes de dispersion dans l'atmosphère.

Les risques sur site retenus et considérés négligeables sont :

- L'inhalation de composés volatils issus du dégazage des sols, de par la présence de composés volatils à peu volatils dans les sols en teneurs faibles à modérées (naphtalène, hydrocarbures) à ponctuellement plus importantes (mercure), uniquement en extérieur et avec un taux de fréquentation modéré ;
- A fortiori l'inhalation de composés volatils issus du dégazage des eaux souterraines, de par un risque de migration des polluants volatils depuis les sols vers la nappe considéré faible et de remobilisation en phase gazeuse considéré d'autant plus négligeable.

Des mesures de gestion sont prévues pour permettre le réemploi des terres excavées dans le cadre de la rehausse du merlon, à savoir :

- La mise en place d'un recouvrement de ces remblais par un apport d'au moins 0,30 m de terre végétale saine, avec dispositif de grillage avertisseur pour les distinguer des remblais sous-jacents impactés en métaux (terres excavées en réemploi comme les sols de surface du merlon actuel),
- par précaution, l'interdiction de planter des espèces comestibles ou de conserver les espèces végétales existantes (arbres fruitiers, muriers) – à noter qu'une étude est en cours par la CARENE.

Ainsi les mesures de gestion permettent de couper les voies d'exposition par contact ou inhalation de poussières et par ingestion de fruits / plantes poussant sur le merlon **et assurent la compatibilité du site avec son réaménagement et l'usage projeté de lieu de promenade.**

Le schéma conceptuel mis à jour est présenté en page suivante.

Tableau 18 : Schéma conceptuel mis à jour

SOURCES	PHENOMENES DE TRANSFERT							MILIEUX D'EXPOSITION	VOIES D'EXPOSITION	CIBLES (ENJEUX)	CONCLUSIONS		
	Voie de transfert	Milieu intermédiaire	Voie de transfert	Milieu intermédiaire	Voie de transfert	Milieu intermédiaire	Voie de transfert				Voie d'exposition possible ?	Evaluation qualitative des risques	Justification
<p>Métaux avec Cd, Hg, Cu, Zn, Pb en teneurs importantes à très importantes et diffuses</p> <p>Ponctuellement HAP dont naphthalène et HCT, PCB, traces de BTEX</p>								Sols de surface	Ingestion accidentelle de sols, contact cutané	<p>Promeneurs adultes et enfants sur le site receveur pressenti (merlon Penhoet)</p> <p>Adultes travailleurs</p> <p>usagers hors-site</p> <p>résidents/usagers hors site</p> <p>usagers hors-site</p>	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Teneurs importantes dans les sols et présence possible régulière d'adultes et enfants sur le merlon à usage de lieu de promenade</p> <p>Risque non retenu SOUS RESERVE de recouvrement du site par apport d'au moins 30 cm de terre végétale + grillage avertisseur => Servitudes à réaliser avec inscription aux documents d'urbanisme</p>
	Envol de poussières							Air ambiant (poussières)	Inhalation de poussières		<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Risque non retenu SOUS RESERVE d'interdire les plantations d'espèces comestibles => Restrictions d'usage à inscrire sous la forme de servitudes dans documents d'urbanisme</p>
	Bioaccumulation							Aliments autoproduits	Ingestion		<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Risque non retenu SOUS RESERVE d'interdire les plantations d'espèces comestibles => Restrictions d'usage à inscrire sous la forme de servitudes dans documents d'urbanisme</p>
	Dégazage	Gaz du sol	Dégazage					Air ambiant (gaz)	Inhalation de gaz		<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue	<input checked="" type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Présence de composés volatils à peu volatils dans les sols en teneurs faibles à modérées (naphtalène, hydrocarbures, mercure) mais en extérieur avec un taux de fréquentation modéré</p>
	Perméation							Eau du réseau AEP	Contact cutané, ingestion d'eau		<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Absence de canalisations d'eau potable prévues - Si besoin, prévoir pose de nouvelles conduites dans des matériaux sains et selon les règles de l'art</p>
	Perméation	Eau du réseau AEP	Dégazage					Air ambiant (gaz) lors de la douche	Inhalation de gaz		<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Absence de puits sur site</p>
	Migration verticale	Eaux souterraines						Eaux souterraines sur site	Voies liées au usages des eaux		<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Absence de puits sur site</p>
	Migration verticale	Eaux souterraines	Dégazage	Gaz du sol	Dégazage			Air ambiant (gaz)	Inhalation de gaz		<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue	<input checked="" type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Présence de composés volatils dans les sols en teneurs faibles à traces, hormis le mercure en teneur importante - risque de migration dans la nappe et de remobilisation en phase gazeuse considéré négligeable</p>
	Migration verticale	Eaux souterraines	Migration latérale eaux souterraines					Eaux souterraines hors site	Voies liées aux usages des eaux		<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Absence de puits en aval du site, avec la proximité de l'estuaire de la Loire / océan atlantique</p>
	Migration verticale	Eaux souterraines	Migration latérale eaux souterraines	Eaux souterraines hors site	Dégazage	Gaz du sol	Dégazage	Air ambiant (gaz) hors site	Inhalation de gaz		<input checked="" type="checkbox"/> Retenue <input type="checkbox"/> Non retenue	<input checked="" type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Présence de composés volatils dans les sols en teneurs faibles à traces, hormis le mercure en teneur importante - risque de migration dans la nappe et de remobilisation en phase gazeuse considéré négligeable</p>
Migration verticale	Eaux souterraines	Migration latérale eaux souterraines					Eaux superficielles hors-site	Voies usages liées aux usages des eaux superficielles (baignade, pêche, activités nautiques...)	<input type="checkbox"/> Retenue <input checked="" type="checkbox"/> Non retenue	<input type="checkbox"/> Négligeable <input type="checkbox"/> Potentiel <input type="checkbox"/> Significatif <input type="checkbox"/> Avéré	<p>Non vulnérable de par les phénomènes de dilution, dispersion : estuaire de la Loire, zone portuaire</p>		

Voie d'exposition : retenue si existence conjointe (source/vecteur/cible)

Si retenue => évaluation qualitative :

- Négligeable : voie écartée (concentrations faibles, zone extérieure ...)
- Potentiel : incertitude quant à la qualité du milieu d'exposition (pollution dans les eaux souterraines mais pas d'informations dans les gaz du sol ou l'air ambiant)
- Significatif : mesure significative dans le milieu d'exposition (eaux souterraines, air ambiant, eau du réseau...).
- Avéré : problème sanitaire (ex eau consommée impactée...).

XI. ANALYSE DES RISQUES RESIDUELS

L'objectif de l'Analyse des risques résiduels (ARR) prédictive est de vérifier la compatibilité de la qualité résiduelle des milieux après application des mesures de gestion au droit du site avec les futurs usages envisagés et son environnement.

Les risques résiduels après mesures de gestion sont négligeables (dégazage uniquement) et donc n'ont pas fait l'objet d'un calcul. La compatibilité entre les sols et les usages est actée au stade du schéma conceptuel mis à jour et présenté au chapitre précédent.

Toutefois, afin de montrer la nécessité du recouvrement des terres excavées pouvant être réutilisées pour la rehausse du merlon, une étude quantitative des risques sanitaires (EQRS) a été réalisée sans considérer les mesures de gestion. L'étude du risque par dégazage en extérieur a également été faite et valide que cette voie d'exposition est bien négligeable.

Cette étude et l'ensemble des calculs réalisés est présentée en **annexe 6**.

L'EQRS met en avant des indices de risques supérieurs aux limites de compatibilité en lien avec l'ingestion accidentelle des sols et justifient la nécessité d'un recouvrement de surface.

Concernant la bioaccumulation dans les végétaux comestibles qui seraient plantés sur le merlon, la qualité très médiocre des sols prévus pour le réemploi pourrait générer également des risques pour la santé. Par précaution il est recommandé :

- d'interdire la plantation d'espèces végétales comestibles,
- d'interdire le maintien des espèces actuelles (arbres fruitiers, muriers). A noter qu'une étude est en cours par la CARENE sur ce sujet ;
- et de formaliser une interdiction de cueillette de produits comestibles (panneaux interdisant la cueillettes de mûres, fruits..).

XII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La CARENE a missionné SUEZ Remediation pour réaliser une étude de réemploi des terres excavées issues de travaux de dévoiement du boulevard des Apprentis, dans le cadre du réaménagement des abords du nouveau boulevard, comprenant le reprofilage du merlon Mean-Penhoët. Son réaménagement nécessite en effet des apports importants de matériaux pour sa rehausse (donnée CARENE : 8 000 m³ y compris terre végétale), afin d'intégrer notamment des caractéristiques d'écran phonique. L'ensemble des terrains concernés se trouve sur le domaine portuaire de St Nazaire (44).

Pour répondre à ces objectifs, SUEZ Remediation a mis en œuvre la démarche suivante :

- Caractériser la qualité des terres par maillage du stock actuellement en attente, sur une plateforme temporaire mise en place pendant les travaux du boulevard des Apprentis,
- Elaborer un schéma conceptuel afin d'évaluer de manière qualitative les risques associés à la qualité de ces matériaux pour un éventuel réemploi en merlon paysager accessible au public – usage envisagé par la CARENE et nécessitant des apports de matériaux,
- Proposer différentes gestions possibles d'élimination ou de réemploi, sous conditions, des terres excavées, en fonction de leur qualité chimique,
- Fournir un bilan coûts-avantages des différentes gestions envisageables,
- Valider la démarche de réemploi sur le merlon par la mise à jour du schéma conceptuel et si besoin une analyse quantitative des risques sanitaires,
- Fournir les conclusions et recommandations adaptées au contexte.

Le stock de terres, divisé en 37 mailles pour caractérisation chimique, est composé majoritairement de remblais sablo-graveleux parfois en mélange à des argiles grises et des déchets de démolition, des mâchefers. De l'amiante-ciment a été identifié dans 2 mailles.

Les analyses réalisées ont mis en évidence la présence diffuse et très importante de métaux, et des teneurs ponctuellement importantes pour les familles de composés organiques analysées ainsi que des dépassements des critères d'acceptation en installation de stockage de déchets inertes.

Au global, sur les 37 mailles analysées, 20 seraient redevables de filières agréées spécifiques (existantes au niveau régional) et 17 pourraient être orientées en filière de type Installation de stockage de déchets inertes locales.

Les risques potentiels générés par la qualité des terres excavées si elles sont réutilisées sans mesures de gestion particulière sur le merlon sont liés :

- sur le site du merlon, à l'exposition des usagers adultes et enfants par ingestion accidentelle de sols, contact cutané, et à l'inhalation de poussières et à l'ingestion de fruits en cas de plantation d'espèces comestibles sur les terres excavées qui seraient mises en place, ou en cas de maintien des arbres fruitiers et muriers en place (étude en cours sur la gestion des arbres fruitiers et muriers actuels) ;
- Hors-site, pas d'impact suspecté – l'envol de poussières issu du merlon est considéré négligeable de par la présence d'une couverture végétale et les phénomènes de dispersion dans l'atmosphère.

Le tableau en page suivante présente les résultats de l'étude des quatre scénarii étudiés pour la gestion du stock de terres excavées en attente de devenir :

- soit la reprise des terres suivant différents niveaux de conditions (3 scénarii 1A, 1B et 1C) pour le réemploi de 7200 tonnes de terres excavées dans le cadre du réaménagement du merlon Mean-Penhoët et l'envoi en filières agréées des terres excédentaires,

- soit la reprise de 100 % du stock de terres excavées et leur élimination en filières agréées (scénario 2).

Phase	Description	Durée	Coût estimatif (K€ HT)
Gestion des terres excavées :			
<ul style="list-style-type: none"> - Prévention des impacts sanitaires lors de travaux de gestion des terres (protection des travailleurs) - Gestion des terres en fonction de leur qualité avec un besoin de 4 000 m³ en réemploi sur site du merlon soit 7 200 tonnes 			
Scénario 1A	Réemploi des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) <u>sans critères de tri ni d'analyses</u> – hormis interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5) et env. 2700 t parmi les terres excédentaires redevables de l'ISDI (toutes les mailles sauf 1 de 250 t env.)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	300 à 350 k€
Scénario 1B	<u>Réemploi sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 11 mg/kg, HAP < 100 mg/kg, HCT < 1000 mg/kg, PCB < 2 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 1000 t en ISDD (mailles B6, C6, D4, E6) et env. 1700 t à prendre dans les mailles redevables de l'ISDI.	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	400 à 450 k€
Scénario 1C	<u>Réemploi sous condition</u> des terres sur le merlon Mean-Penhoët : 4 000 m ³ (7 200 t) et selon critères suivants : Hg sur brut < 6 mg/kg, HCT < 500 mg/kg, HAP < 50 mg/kg, PCB < 1 mg/kg + Interdiction d'amiante Envoi en filières agréées : 3 200 tonnes avec env. 250 t vers l'ISDI (soit 1 maille : par exemple A3), env. 500 t vers l'ISDD amiante (les 2 mailles C2 et E5), env. 700 t vers l'ISDND (mailles E2 et G5-6) et env. 1760 t vers l'ISDD (mailles A5-6, B6, C6, D4, D6, E6)	1 à 3 mois (suivant cadence chantier merlon)	600 à 650 k€
Scénario 2	100 % des terres à envoyer en filières agréées	2 mois	800-900 k€
Actions complémentaires	Optimisation des volumes à évacuer en filières spécialisées type ISDND et ISDD par criblage (hors mailles contenant de l'amiante)	< 1 mois	Gain possible pour les scénarii 1C et 2 : environ 30 k€
	Pour les scénarii 1 : grillage avertisseur à prévoir + apport de terre végétale d'au moins 0,3 m d'épaisseur* Grillage avertisseur : Estimatif 5 € / m ² – surface merlon 10 000 m ²	< 1 mois	TV prévue pour le projet non chiffré + 50 k€* grillage
	Restrictions d'usage sur site : - interdiction de planter des espèces comestibles dont arbres fruitiers, - interdiction d'utiliser les eaux souterraines, - Assurer la pérennité du recouvrement des remblais par au moins 0,30 m de terre végétale saine et du grillage avertisseur sous-jacent, - obligation de prise en compte de l'état résiduel du sous-sol en cas de modification des aménagements considérés dans le présent rapport. Conservation de la mémoire de l'état du site : Inscription des servitudes dans les documents d'urbanisme	Jusqu'à levée argumentée des restrictions.	< 5 K€ pour un dossier de mise en place de restrictions d'usage
Coût estimatif global par scénario		Scénario 1A	300 à 350 k€*
		Scénario 1B	400 à 450 k€*
		Scénario 1C	600 à 650 k€*
		Scénario 2	800 à 900 k€*

* Remarque : Le montant pour l'achat du grillage avertisseur à mettre en place au droit du merlon Mean-Penhoët serait également à prendre en compte dans le cadre du projet de réaménagement dudit merlon, même en cas de non réutilisation des terres excavées en attente sur la plate-forme temporaire, au vu de la qualité médiocre des sols de surface déjà présents sur le merlon.

De même l'apport de terre végétale saine et la mise en place de servitudes seront à réaliser quel que soit le scénario retenu pour la gestion des terres excavées.

Ainsi ces montants n'ont pas été ajoutés aux coûts estimatifs globaux présentés ci-dessus.

L'analyse des risques sanitaires résiduels montre que le réemploi des terres est possible d'un point de vue sanitaire pour les usagers du merlon uniquement sous réserve de prendre en compte des mesures de gestion, à savoir :

- la protection des travailleurs lors des manipulations, mises en place des terres,
- leur recouvrement par un grillage avertisseur et un apport d'au moins 0,30 m de terre végétale saine,
- par précaution, l'interdiction de planter des espèces comestibles ou de conserver les espèces végétales existantes (arbres fruitiers, muriers) – à noter qu'une étude est en cours par la CARENE.

Ainsi, le schéma conceptuel mis à jour ne met plus en évidence de risque pour les futurs usagers au droit du site sous réserve d'application de ces mesures de gestion.

Hors site, aucun risque n'est suspecté.

Les différents scénarii étudiés ont pour objectif de gérer les terres excavées en stockage temporaire sur une plate-forme provisoire. Pour tous les scénarii, la gestion des deux mailles contenant de l'amiantociment est prévue conformément à la réglementation en vigueur, à savoir pas de réemploi et une gestion en filière agréée spécifique.

Le scénario 2, pour l'envoi de 100 % des terres en filières agréées, est le moins intéressant économiquement. Il respecte la réglementation pour des évacuations de terres hors site et il sécurise le devenir de ces terres avec une gestion en filières agréées. Il ne répond pas à la demande en matériaux de la CARENE pour le projet de réaménagement du merlon.

Les trois scénarii 1 avec le réemploi de 7200 t de terres permettent de répondre à la demande en matériaux de la CARENE pour le projet de réaménagement du merlon. Des mesures de gestion et des servitudes sont alors indispensables quel que soit le scénario retenu.

Le scénario 1A propose un réemploi sans seuils par rapport aux polluants identifiés ; de fait, ce scénario n'est pas conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués. Il est économiquement le plus intéressant.

Les scénarii 1B et 1C sont basés sur des seuils de réemploi par rapport aux caractéristiques chimiques des terres et leur approche est conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués. Des 2 scénarii, le scénario 1B est le plus intéressant économiquement.

Ainsi, au regard des résultats obtenus et quel que soit le scénario 1A, 1B ou 1C qui sera retenu par la CARENE, les mesures de gestion suivantes sont à appliquer dans le cadre du réemploi des terres excavées sur le merlon :

- **Recouvrir les sols de surface** avec un apport d'au moins 0,30 m de matériaux sains (terre végétale saine) qui doivent être séparés des terres sous-jacentes (terres excavées utilisées pour la rehausse ou sols de surface du merlon actuel),
- **Assurer la pérennité du recouvrement** (terre végétale et grillage avertisseur),
- **Interdire les plantations d'espèces comestibles (dont arbres fruitiers** – à noter qu'une étude est en cours concernant les arbres fruitiers et muriers existants sur le site du Merlon),
- **Interdire par précaution l'utilisation des eaux souterraines au droit du site,**
- **Prendre en compte la qualité des sols lors de tout type de travaux :**

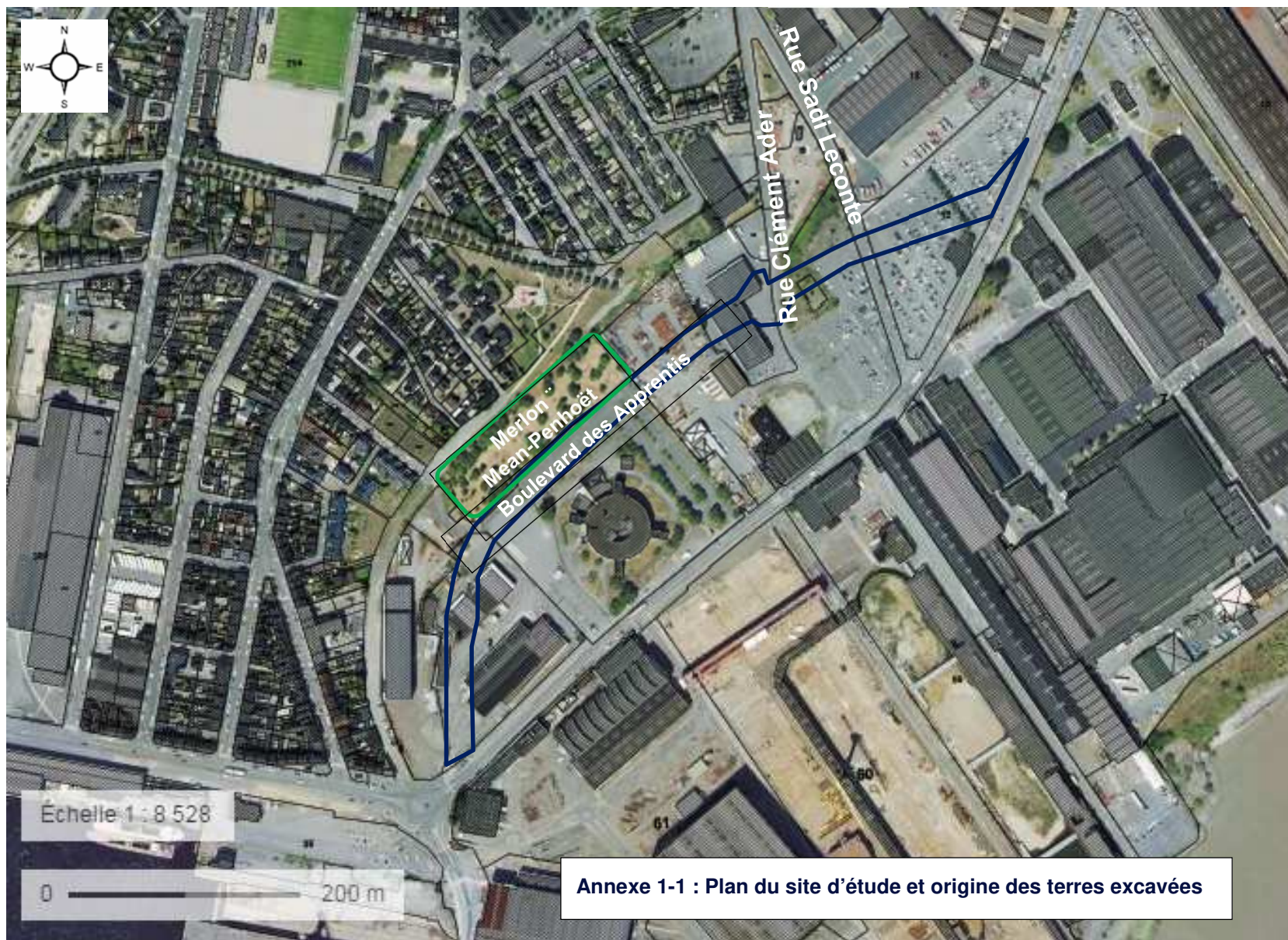
- Protection des travailleurs et des populations environnantes (aspersion des sols, travail en période humide pour éviter les envols de poussières, port de vêtements couvrants, masques à poussières, lunettes de protection, gants pour les travailleurs, etc.),
- Gestion des terres excavées selon la méthodologie de gestion des sites et sols pollués et les réglementations en vigueur.
- **Mettre en place de restrictions d'usage au droit du site** par des servitudes à inscrire dans les documents d'urbanisme / conservation de la mémoire de la qualité des sols
- **Remise en perspective de cette étude pour tout changement** d'usage ou d'aménagement.

ANNEXES

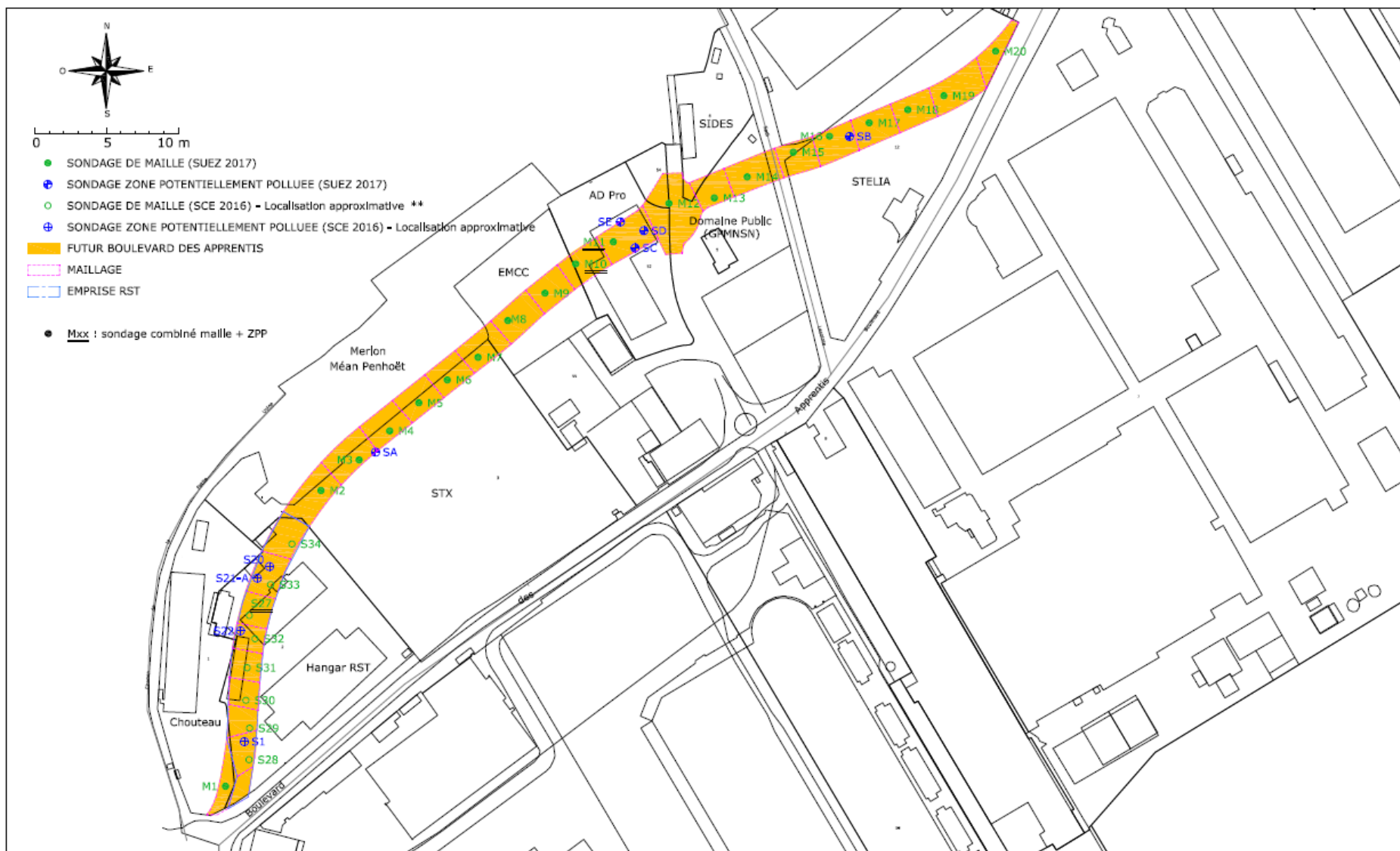
Annexe 1

PLANS

**ANNEXE 1-1 :
PLAN DU SITE D'ETUDE ET ORIGINE DES TERRES
EXCAVEES**

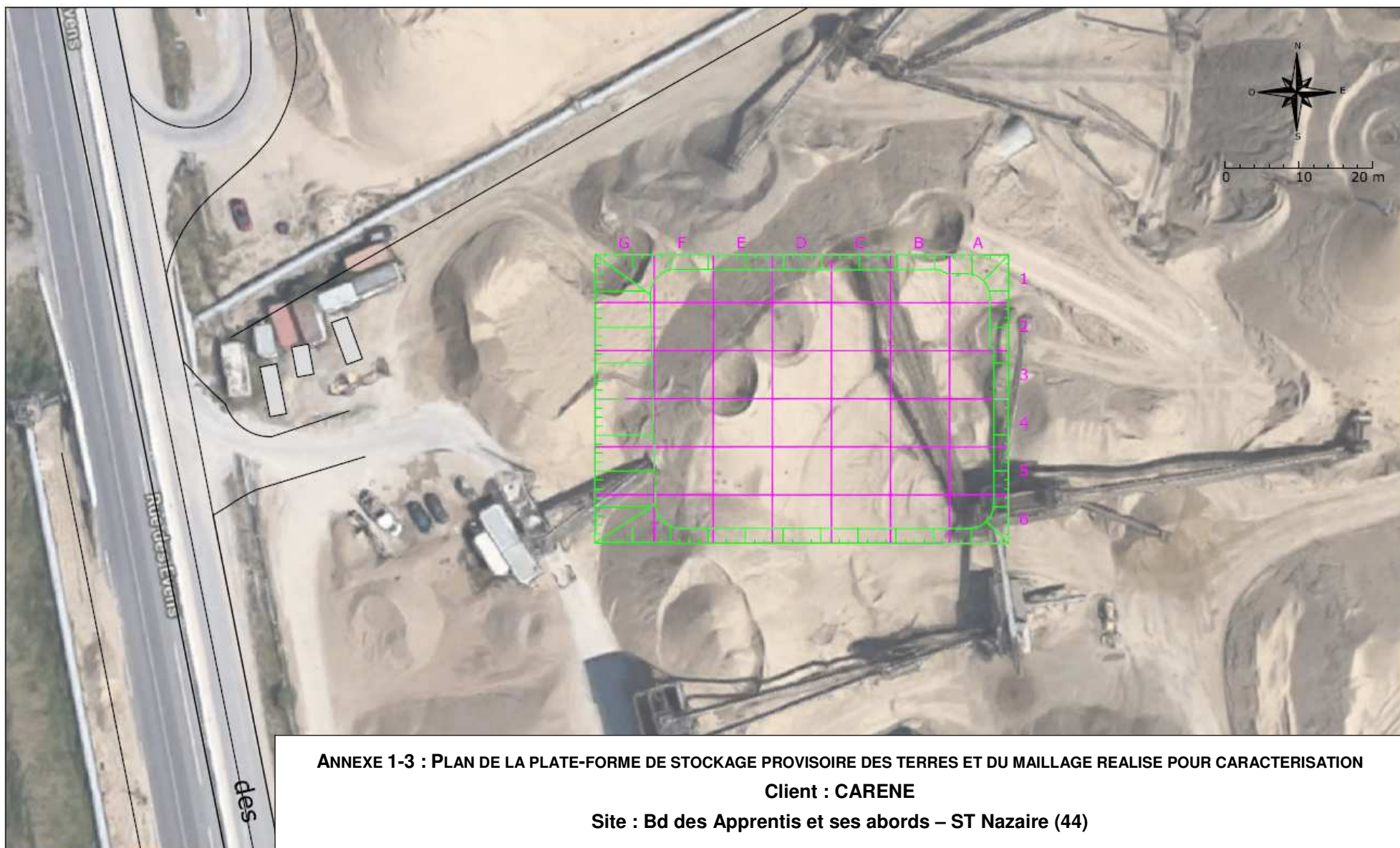


**ANNEXE 1-2 :
PLAN DES INVESTIGATIONS REALISEES EN 2017 AU
DROIT DU TRACE DU BD DES APPRENTIS**



Annexe 1-2 : Plan des investigations réalisées en 2017 au droit du tracé du bd des Apprentis

ANNEXE 1-3 :
PLAN DE LA PLATE-FORME DE STOCKAGE
PROVISOIRE DES TERRES ET MAILLAGE REALISE



Annexe 2

INVESTIGATIONS DE TERRAIN

ANNEXE 2-1 : METHODOLOGIE EMPLOYEE LORS DES INVESTIGATIONS

METHODOLOGIE

Investigations

Réalisation de sondages

Les prestations réalisées ont été menées sur la base de la norme NF ISO 10381-2 « Qualité du sol - - Echantillonnage- Partie 2 : lignes directrices pour les techniques d'échantillonnage ».

Compte tenu des accessibilités du site (stock de terres profilées sans recouvrement au moment des investigations), les sondages ont été réalisés à l'aide d'une pelle mécanique montée sur chenilles. Cette technique permet une très bonne caractérisation visuelle des terrains en place, une bonne représentativité de l'échantillon et un faible risque de contamination croisée.

A l'issue des travaux, les sondages ont été rebouchés avec les terres issues du forage. Un compactage sommaire des fouilles au godet et par chenillage a été réalisé.

Prélèvements

Prélèvements de sols

Tous les sondages ont fait l'objet de prélèvements d'échantillons de sols. Une attention particulière a été portée sur les échantillons ayant une texture, une couleur ou une odeur anormale. De même, en complément, des prélèvements ont été effectués à chaque changement ou variation de faciès.

Les échantillons prélevés ont ensuite été conditionnés en glacières, avant envoi par messagerie express au laboratoire d'analyses. Les échantillons non expédiés le jour de leur prélèvement ont été stockés à 4°C avant expédition dans un délai moyen de 48 heures après prélèvement.

Analyses in-situ

Des mesures gazeuses par PID ont été réalisées *in situ* au cours des travaux de forage. Elles permettent de matérialiser une éventuelle pollution gazeuse dans le sous-sol, la plupart des coupes pétrolières présentant dans leur composition une fraction volatile susceptible d'être mesurée.

ANNEXE 2-2 : SYNTHÈSE DES RELEVÉS LITHOLOGIQUES

Tableau 19 : Synthèse des relevés lithologiques (4 pages)



CARENE
Terres sur plate-forme temporaire, issues du chantier Bd des Apprentis - ST NAZAIRE (44)

Description des prélèvements de terres réalisés les 05 et 06 octobre 2017

Nom échantillon composite	Date de prélèvement	Mode de prélèvement	Description lithologie sommaire / constats organoleptiques				Autre
			0-1m	1-2m	2-3m	3-4m	
A1-2	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais (matrice sablo-graveleuse) + blocs + ferrailles + briques	remblais (matrice sablo-graveleuse) + blocs + ferrailles + briques	remblais (matrice sablo-graveleuse) + blocs + ferrailles + briques		Hauteur = 3 - 3,5 m
A3	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais sablo-graveleux + nombreux blocs	remblais sablo-graveleux + nombreux blocs	remblais + blocs + briques + ferrailles	remblais + blocs + briques + ferrailles	hauteur = 3,5 - 4 m
A4	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + enrobé	remblais + nombreux blocs	remblais + blocs + briques + ferrailles	remblais + blocs + briques + ferrailles	hauteur = 3,5 - 4 m
A5-6	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + briques	remblais + nombreux blocs	remblais + blocs + ferrailles		hauteur env. 3 m
B1	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + briques + bordure béton + enrobé	remblais + blocs + briques + bordure béton + enrobé + ferrailles	remblais + blocs + briques + enrobé	remblais + quelques blocs	hauteur env. 4m
B2	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	argile + quelques remblais + quelques blocs + enrobé + ferraille	argile + quelques remblais + quelques blocs + enrobé + ferraille	argile + quelques remblais + quelques blocs + enrobé + ferraille	argile + quelques remblais + quelques blocs + enrobé + ferraille	hauteur env. 4m
B3	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	argile + quelques remblais + blocs	argile + quelques remblais + blocs	argile + quelques remblais + blocs	argile + quelques remblais + blocs + blocs béton	hauteur env. 4m
B4	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	argile + quelques blocs + enrobé	argile	argile + blocs béton	argile + quelques remblais + ferraille + enrobé	hauteur env. 4m
B5	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé	remblais + blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé + dalle béton	remblais + blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé	remblais + blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé	hauteur env. 4m
B6	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + nombreux blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé	remblais + nombreux blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé + fer a béton	remblais + nombreux blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé	remblais + nombreux blocs + déchets métalliques et plastiques + enrobé + brique	hauteur env. 4m

Nom échantillon composite	Date de prélèvement	Mode de prélèvement	Description lithologie sommaire / constats organoleptiques				
			0-1m	1-2m	2-3m	3-4m	Autre
C1	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + quelques blocs + enrobé	remblais + quelques blocs + enrobé	remblais + quelques blocs	remblais + quelques blocs	hauteur env. 4m
C2	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	argile + quelques remblais	argile + quelques remblais + <u>amiant</u> <u>(ciment)</u>	argile + quelques remblais + fer à béton	argile + quelques remblais + fer à béton	hauteur env. 4m
C3	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + argile + bidim + bache	argile + remblais et plaque métallique	argile + remblais + blocs	argile + remblais + blocs	hauteur env. 4m
C4	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	argile + quelques remblais	argile + blocs béton	argile + remblais + blocs	argile + remblais + blocs	hauteur env. 4m
C5	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	argile + quelques remblais	argile + quelques remblais	argile + quelques remblais	argile + quelques remblais	hauteur env. 4m
C6	06/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + argile	remblais + argile	argile + quelques remblais	argile + quelques remblais	hauteur env. 4m
D1	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + quelques blocs	remblais + quelques blocs + enrobé	remblais + quelques blocs + enrobé	remblais + quelques blocs + enrobé	hauteur env. 4m
D2	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + enrobé + polyane + bidim + câble acier	remblais + quelques blocs + bordure béton	remblais + blocs	remblais + blocs	hauteur env. 4m
D3	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + quelques blocs	remblais + quelques blocs	remblais + blocs + argile + câble acier	remblais + blocs + argile + fer à béton	hauteur env. 4m
D4	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs	remblais + blocs	remblais + blocs + bache + enrobé	remblais + blocs + enrobé	hauteur env. 4m
D5	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs	remblais + blocs	remblais + blocs + beaucoup d'argile	remblais + blocs + beaucoup d'argile	hauteur env. 4m

Nom échantillon composite	Date de prélèvement	Mode de prélèvement	Description lithologie sommaire / constats organoleptiques				Autre
			0-1m	1-2m	2-3m	3-4m	
D6	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + quelques blocs	remblais + nombreux blocs + béton ferraille	remblais + blocs + argile + enrobé	remblais + blocs + argile + <u>machefers</u>	hauteur = 3,5 m
E1	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs	remblais + blocs	remblais + blocs + briques + enrobé	remblais + blocs + briques + enrobé	hauteur env. 4m
E2	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + déchets plastiques + bidim	remblais + blocs + briques	<u>remblais noirs d'aspect douteux</u>	remblais + blocs + briques	hauteur env. 4m
E3	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + bache + bidim	remblais + blocs	remblais + blocs + briques	remblais + blocs + quelques déchets métalliques	hauteur env. 4m
E4	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + bache + bidim	remblais + blocs	remblais + blocs + briques	remblais + blocs	hauteur env. 4m
E5	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + bache	remblais + blocs	remblais + blocs + déchets métalliques + enrobé + <u>amiante (ciment)</u>		hauteur = 3,5 m
E6	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + bache + argile	remblais + blocs	remblais + blocs		hauteur = 3 - 3,5 m
F1	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + briques	remblais + blocs + bidim + câbles métalliques	remblais + blocs	remblais + blocs	hauteur env. 4m
F2	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + racines	remblais + blocs + métaux + bidim	remblais + blocs + blocs d'enrobé		hauteur = 3 m environ
F3	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + briques + blocs + plastique	remblais + blocs + fer + plastique	remblais + blocs + bois		hauteur = 3 m environ
F4	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs	remblais + blocs + fer + plastique	remblais + blocs + quelques machefers		hauteur = 3 m environ



CARENE

Terres sur plate-forme temporaire, issues du chantier Bd des Apprentis - ST NAZAIRE (44)

Nom échantillon composite	Date de prélèvement	Mode de prélèvement	Description lithologie sommaire / constats organoleptiques				Autre
			0-1m	1-2m	2-3m	3-4m	
F5	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + bols + blocs	remblais + quelques blocs	remblais + blocs + plastique		hauteur = 3 m environ
F6	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + quelques blocs	remblais + blocs	remblais + blocs		hauteur = 3 m environ
G1-2	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs	remblais + blocs			rampe
G3-4	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs	remblais + blocs			rampe
G5-6	05/10/2017	Pelle mécanique (prélèvement composite)	remblais + blocs + <u>mâcher</u> + enrobé	remblais + blocs			rampe

Annexe 3

VALEURS DE REFERENCE

VALEURS DE REFERENCE

Sols

Pour appréhender le degré de pollution des sols, en l'absence de valeurs réglementaires existantes pour les sols et en cohérence avec la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués (note ministérielle du 19 avril 2017 et documents associés : <http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/Politique-de-gestion-des-sites-et.html>), les teneurs mesurées dans les sols sont comparées :

- aux teneurs relevées au droit du merlon Mean-Penhoët– cf. rapport cité au chapitre II.2.1,
- aux valeurs de bruits de fond naturels pour les métaux : programme ASPITET⁶,
- entre eux. SUEZ REMEDIATION se base sur son expérience dans le domaine de la réhabilitation de sites et sols pollués et l'analyse des risques associés adaptée au contexte du site,
- à titre indicatif, aux critères d'acceptation en ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes) pour les composés organiques définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014.

⁶Source : programme ASPITET - INRA Orléans (<http://etm.orleans.inra.fr/webetm2.htm>). Teneurs totales en éléments traces dans les sols (France)

Annexe 4

RESULTATS

ANNEXE 4-1 : BORDEREAUX D'ANALYSES SUR TERRES EXCAVEES

SUEZ RR IWS REMEDIATION FRANCE
Madame Astride COSSON
25 rue bobby sand
44800 SAINT HERBLAIN

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

Coordinateur de projet client : Mathieu Hubner / MathieuHubner@eurofins.com / +33 3 88 02 33 81

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	A 1-2
002	Sol	(SOL)	A 3
003	Sol	(SOL)	A 4
004	Sol	(SOL)	A 5-6
005	Sol	(SOL)	B 1
006	Sol	(SOL)	B 2
007	Sol	(SOL)	B 3
008	Sol	(SOL)	B 4
009	Sol	(SOL)	B 5
010	Sol	(SOL)	B 6
011	Sol	(SOL)	C 1
012	Sol	(SOL)	C 2
013	Sol	(SOL)	C 3
014	Sol	(SOL)	C 4
015	Sol	(SOL)	C 5
016	Sol	(SOL)	C 6
017	Sol	(SOL)	D 1
018	Sol	(SOL)	D 2
019	Sol	(SOL)	D 3
020	Sol	(SOL)	D 4
021	Sol	(SOL)	D 5
022	Sol	(SOL)	D 6
023	Sol	(SOL)	E 1
024	Sol	(SOL)	E 2
025	Sol	(SOL)	E 3
026	Sol	(SOL)	E 4
027	Sol	(SOL)	E 5
028	Sol	(SOL)	E 6
029	Sol	(SOL)	F 1
030	Sol	(SOL)	F 2
031	Sol	(SOL)	F 3
032	Sol	(SOL)	F 4
033	Sol	(SOL)	F 5
034	Sol	(SOL)	F 6
035	Sol	(SOL)	G 1-2
036	Sol	(SOL)	G 3-4
037	Sol	(SOL)	G 5-6

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	A 1-2	A 3	A 4	A 5-6	B 1	B 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	89.3	*	89.2	*	88.2	*	89.2	*	88.7	*	85.9
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	21.9	*	20.9	*	18.9	*	11.0	*	13.8	*	15.9
XXS06 : Séchage à 40°C		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-

Indices de pollution

LS08X : Carbone Organique Total (COT)	mg/kg MS	*	30400	*	31400	*	24500	*	43100	*	35300	*	30900
---------------------------------------	----------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg MS	*	26.2	*	20.9	*	22.3	*	45.8	*	25.2	*	25.5
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	*	0.59	*	<0.40	*	<0.41	*	<0.40	*	0.74	*	0.54
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	*	35.5	*	35.0	*	35.0	*	40.1	*	39.1	*	38.8
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg MS	*	159	*	169	*	166	*	363	*	194	*	173
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg MS	*	24.6	*	27.4	*	29.0	*	43.0	*	33.7	*	28.7
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg MS	*	378	*	364	*	337	*	913	*	525	*	341
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg MS	*	541	*	544	*	665	*	1280	*	923	*	475
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg MS	*	1.93	*	1.84	*	2.16	*	8.91	*	2.44	*	1.43

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)		*		*		*		*		*		*	
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	325	*	80.2	*	101	*	124	*	112	*	77.9
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		43.4		4.13		2.03		2.44		5.23		3.16
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		68.9		34.0		29.4		39.7		34.4		25.2
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		127		29.6		41.8		52.8		30.8		28.3
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		85.2		12.5		28.1		29.1		41.1		21.2

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)		*		*		*		*		*		*	
Naphtalène	mg/kg MS	*	0.14	*	0.093	*	0.059	*	0.053	*	<0.05	*	<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	0.16	*	0.15	*	<0.05	*	0.08	*	0.083	*	0.055
Acénaphthène	mg/kg MS	*	0.47	*	0.16	*	0.13	*	0.11	*	0.084	*	0.086
Fluorène	mg/kg MS	*	0.39	*	0.15	*	0.11	*	0.14	*	0.13	*	0.064
Phénanthrène	mg/kg MS	*	2.2	*	2.3	*	0.97	*	1.1	*	1.7	*	1.7
Anthracène	mg/kg MS	*	1.4	*	1.0	*	0.29	*	0.53	*	1.2	*	0.59
Fluoranthène	mg/kg MS	*	4.9	*	2.5	*	1.8	*	2.3	*	2.8	*	2.7
Pyrène	mg/kg MS	*	4.1	*	2.2	*	1.3	*	1.5	*	2.7	*	2.3

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	A 1-2	A 3	A 4	A 5-6	B 1	B 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

	001	002	003	004	005	006
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS * 2.9	mg/kg MS * 1.6	mg/kg MS * 0.82	mg/kg MS * 0.96	mg/kg MS * 1.2	mg/kg MS * 0.79
Chrysène	mg/kg MS * 3.7	mg/kg MS * 2.0	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.6	mg/kg MS * 1.1
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS * 4.8	mg/kg MS * 2.6	mg/kg MS * 1.6	mg/kg MS * 1.9	mg/kg MS * 2.2	mg/kg MS * 1.6
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS * 1.9	mg/kg MS * 0.88	mg/kg MS * 0.64	mg/kg MS * 0.79	mg/kg MS * 0.75	mg/kg MS * 0.52
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS * 4.1	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 1.2	mg/kg MS * 1.6	mg/kg MS * 1.2
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 0.17	mg/kg MS * 0.23	mg/kg MS * 0.32	mg/kg MS * 0.33	mg/kg MS * 0.14
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS * 2.1	mg/kg MS * 0.97	mg/kg MS * 0.79	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 0.8	mg/kg MS * 0.62
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS * 3.5	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.5	mg/kg MS * 1.1
Somme des HAP	mg/kg MS 38	mg/kg MS 20	mg/kg MS 12	mg/kg MS 15	mg/kg MS 19	mg/kg MS 15

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

	001	002	003	004	005	006
PCB 28	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 52	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 101	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 118	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 138	mg/kg MS * 0.10	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * <0.01
PCB 153	mg/kg MS * 0.08	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.01
PCB 180	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * <0.01
SOMME PCB (7)	mg/kg MS 0.30	mg/kg MS 0.02	mg/kg MS 0.07	mg/kg MS 0.01	mg/kg MS 0.08	mg/kg MS 0.01

Composés Volatils

LSA46 : BTEX par Head Space/GC/MS

	001	002	003	004	005	006
Benzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Toluène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * 0.08	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
o-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS 0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS 0.08	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures

	001	002	003	004	005	006
Lixiviation 1x24 heures	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B. * 28.5	% P.B. * 13.6	% P.B. * 37.1	% P.B. * 25.1	% P.B. * 23.4	% P.B. * 27.1

XXS4D : Pesée échantillon lixiviation

	001	002	003	004	005	006
Volume	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240
Masse	g * 24.00	g * 23.9	g * 24.3	g * 24.2	g * 24.4	g * 23.7

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	A 1-2	A 3	A 4	A 5-6	B 1	B 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat							
pH (Potentiel d'Hydrogène)	*	9.5	* 8.00	* 8.2	* 8.5	* 8.6	* 8.00
Température de mesure du pH	°C	21	21	21	21	21	21
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat							
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	* 216	* 241	* 208	* 192	* 219	* 329
Température de mesure de la conductivité	°C	20.8	20.8	20.9	21.0	20.9	21.1
LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat							
Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	* 2060	* 2090	* <2000	* <2000	* 2250	* 2930
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	* 0.2	* 0.2	* <0.2	* <0.2	* 0.2	* 0.3

Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	mg/kg MS	* 69	* 64	* <50	* 50	* <50	* 63
LS04Y : Chlorures sur éluat	mg/kg MS	* 24.8	* 24.6	* 17.9	* 18.3	* 35.3	* 42.3
LSN71 : Fluorures sur éluat	mg/kg MS	* 5.28	* 6.57	* 8.40	* 9.22	* 8.81	* 9.12
LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat	mg/kg MS	* 409	* 661	* 551	* 437	* 556	* 1030
LSM90 : Indice phénol sur éluat	mg/kg MS	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.51

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg MS	* 0.51	* <0.20	* <0.20	* 0.36	* <0.20	* <0.20
LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* 0.20	* 0.18	* 0.22	* 0.35	* 0.23
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg MS	* 0.31	* <0.20	* <0.20	* 0.22	* <0.20	* <0.20
LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat	mg/kg MS	* 0.051	* 0.051	* 0.057	* 0.042	* 0.045	* 0.090
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* 0.14	* <0.10	* <0.10
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.24	* 0.24	* <0.20
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.05	* 0.032	* 0.035	* 0.036	* 0.018	* 0.036
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg MS	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002
LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat	mg/kg MS	* 0.015	* 0.015	* 0.019	* <0.01	* 0.012	* 0.029

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	B 3	B 4	B 5	B 6	C 1	C 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	81.7	*	81.1	*	89.2	*	86.3	*	93.0	*	73.6
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	12.0	*	9.75	*	6.30	*	26.2	*	24.8	*	6.85
XXS06 : Séchage à 40°C		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-

Indices de pollution

LS08X : Carbone Organique Total (COT)	mg/kg MS	*	25500	*	25400	*	31800	*	57900	*	35300	*	12200
--	----------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg MS	*	22.4	*	21.8	*	24.6	*	61.7	*	36.4	*	18.5
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	*	0.48	*	<0.42	*	0.92	*	2.95	*	0.75	*	<0.40
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	*	41.4	*	42.3	*	39.1	*	40.7	*	41.6	*	41.1
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg MS	*	172	*	131	*	218	*	724	*	330	*	123
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg MS	*	32.2	*	30.5	*	30.7	*	61.7	*	34.4	*	26.2
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg MS	*	314	*	306	*	434	*	1210	*	654	*	93.1
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg MS	*	392	*	298	*	651	*	1780	*	763	*	189
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg MS	*	0.67	*	0.52	*	1.87	*	11.9	*	3.77	*	0.28

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)													
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	121	*	84.7	*	147	*	339	*	285	*	22.1
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		11.9		3.95		4.59		7.44		1.79		5.45
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		21.2		14.1		34.0		51.7		73.0		4.43
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		46.0		31.1		66.9		153		125		6.22
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		41.8		35.6		41.4		127		85.1		6.00

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)													
Naphtalène	mg/kg MS	*	<0.05	*	0.068	*	0.16	*	<0.05	*	0.081	*	<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	0.087	*	0.065	*	0.071	*	0.12	*	0.066	*	<0.05
Acénaphthène	mg/kg MS	*	0.064	*	<0.05	*	0.29	*	0.14	*	0.098	*	<0.05
Fluorène	mg/kg MS	*	0.073	*	0.053	*	0.23	*	0.11	*	0.088	*	<0.05
Phénanthrène	mg/kg MS	*	1.3	*	0.9	*	2.0	*	2.6	*	1.6	*	0.09
Anthracène	mg/kg MS	*	0.37	*	0.15	*	1.3	*	0.63	*	0.47	*	<0.05
Fluoranthène	mg/kg MS	*	1.8	*	1.1	*	3.0	*	1.8	*	2.9	*	0.1
Pyrène	mg/kg MS	*	1.4	*	0.97	*	2.7	*	3.1	*	2.7	*	0.093

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	B 3	B 4	B 5	B 6	C 1	C 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)
LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

	007	008	009	010	011	012
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS * 0.75	mg/kg MS * 0.43	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 1.5	mg/kg MS * 0.052
Chrysène	mg/kg MS * 0.96	mg/kg MS * 0.56	mg/kg MS * 2.1	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 0.083
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS * 1.5	mg/kg MS * 0.82	mg/kg MS * 2.6	mg/kg MS * 2.0	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 0.09
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS * 0.45	mg/kg MS * 0.25	mg/kg MS * 0.92	mg/kg MS * 0.65	mg/kg MS * 0.67	mg/kg MS * <0.05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 0.57	mg/kg MS * 1.9	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * 1.2	mg/kg MS * 0.054
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS * 0.47	mg/kg MS * 0.13	mg/kg MS * 0.33	mg/kg MS * 0.5	mg/kg MS * 0.28	mg/kg MS * <0.05
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS * 0.55	mg/kg MS * 0.32	mg/kg MS * 0.99	mg/kg MS * 0.8	mg/kg MS * 0.87	mg/kg MS * <0.05
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS * 0.93	mg/kg MS * 0.51	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * <0.05
Somme des HAP	mg/kg MS 12	mg/kg MS 6.9	mg/kg MS 22	mg/kg MS 18	mg/kg MS 17	mg/kg MS 0.56

Polychlorobiphényles (PCBs)
LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

	007	008	009	010	011	012
PCB 28	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 52	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 101	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 118	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 138	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * <0.01
PCB 153	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01
PCB 180	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01
SOMME PCB (7)	mg/kg MS <0.01	mg/kg MS <0.01	mg/kg MS 0.01	mg/kg MS 0.07	mg/kg MS 0.12	mg/kg MS <0.01

Composés Volatils
LSA46 : BTEX par Head Space/GC/MS

	007	008	009	010	011	012
Benzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Toluène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
o-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05

Lixiviation
LSA36 : Lixiviation 1x24 heures

	007	008	009	010	011	012
Lixiviation 1x24 heures	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B. * 38.5	% P.B. * 28.7	% P.B. * 31.2	% P.B. * 33.2	% P.B. * 15.9	% P.B. * 21.7

XXS4D : Pesée échantillon lixiviation

	007	008	009	010	011	012
Volume	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240
Masse	g * 24.4	g * 23.6	g * 24.6	g * 25.2	g * 23.7	g * 24.7

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	B 3	B 4	B 5	B 6	C 1	C 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat							
pH (Potentiel d'Hydrogène)	*	8.00	* 7.9	* 8.1	* 7.9	* 8.7	* 7.9
Température de mesure du pH °C		21	19	20	21	21	21
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat							
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C µS/cm	*	354	* 381	* 237	* 252	* 152	* 329
Température de mesure de la conductivité °C		21.0	19.5	20.2	20.4	21.0	20.8
LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat							
Résidus secs à 105 °C mg/kg MS	*	3960	* 3090	* <2000	* 2930	* <2000	* 2110
Résidus secs à 105°C (calcul) % MS	*	0.4	* 0.3	* <0.2	* 0.3	* <0.2	* 0.2

Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat mg/kg MS	*	<51	* <51	* <50	* <50	* <51	* 80
LS04Y : Chlorures sur éluat mg/kg MS	*	43.3	* 50.1	* 18.8	* 22.3	* 21.9	* 30.8
LSN71 : Fluorures sur éluat mg/kg MS	*	7.42	* 7.78	* 5.71	* 6.19	* 7.97	* 8.19
LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat mg/kg MS	*	1180	* 1280	* 710	* 1530	* 362	* 1010
LSM90 : Indice phénol sur éluat mg/kg MS	*	<0.51	* <0.51	* <0.50	* <0.50	* <0.51	* <0.50

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat mg/kg MS	*	<0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.20	* 0.29	* <0.20
LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat mg/kg MS	*	0.17	* 0.19	* 0.20	* 0.27	* 0.15	* 0.16
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat mg/kg MS	*	<0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat mg/kg MS	*	<0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.20	* <0.20	* <0.20
LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat mg/kg MS	*	0.102	* 0.084	* 0.055	* 0.080	* 0.055	* 0.152
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat mg/kg MS	*	<0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat mg/kg MS	*	<0.10	* <0.10	* 0.14	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat mg/kg MS	*	<0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat mg/kg MS	*	<0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat mg/kg MS	*	0.027	* 0.024	* 0.027	* 0.042	* 0.058	* 0.081
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat mg/kg MS	*	<0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002
LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat mg/kg MS	*	0.026	* 0.03	* 0.017	* 0.021	* <0.01	* 0.025

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	013	014	015	016	017	018
Référence client :	C 3	C 4	C 5	C 6	D 1	D 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	71.3	*	76.2	*	74.1	*	86.2	*	90.0	*	90.8
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	13.1	*	7.06	*	15.3	*	13.0	*	23.9	*	24.9
XXS06 : Séchage à 40°C		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-

Indices de pollution

LS08X : Carbone Organique Total (COT)	mg/kg MS	*	20800	*	13400	*	15600	*	36400	*	35900	*	41600
--	----------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg MS	*	20.3	*	16.1	*	17.3	*	75.0	*	29.7	*	27.6
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	*	<0.40	*	<0.40	*	<0.40	*	0.86	*	0.77	*	0.96
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	*	45.4	*	39.7	*	38.5	*	35.1	*	51.4	*	122
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg MS	*	198	*	49.4	*	80.9	*	3340	*	355	*	585
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg MS	*	33.3	*	24.1	*	25.1	*	34.8	*	41.5	*	75.5
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg MS	*	312	*	103	*	119	*	936	*	717	*	777
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg MS	*	423	*	161	*	263	*	2560	*	858	*	1140
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg MS	*	0.59	*	0.19	*	0.27	*	14.2	*	3.33	*	1.58

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)													
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	315	*	49.2	*	27.3	*	174	*	239	*	217
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		13.7		2.57		3.67		4.73		1.74		5.09
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		35.0		6.58		5.55		26.4		65.6		58.4
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		105		16.7		11.6		73.4		103		104
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		162		23.4		6.56		69.9		68.5		48.9

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)													
Naphtalène	mg/kg MS	*	<0.27	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.05	*	<0.22	*	<0.24
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	<0.3	*	<0.05	*	<0.05	*	0.074	*	<0.24	*	<0.27
Acénaphthène	mg/kg MS	*	<0.35	*	<0.05	*	<0.05	*	0.085	*	<0.28	*	<0.31
Fluorène	mg/kg MS	*	<0.3	*	<0.05	*	<0.05	*	0.066	*	<0.24	*	<0.27
Phénanthrène	mg/kg MS	*	<0.35	*	0.21	*	0.23	*	1.5	*	0.85	*	3.0
Anthracène	mg/kg MS	*	<0.34	*	<0.05	*	0.069	*	0.53	*	0.35	*	0.58
Fluoranthène	mg/kg MS	*	0.71	*	0.42	*	0.41	*	2.6	*	1.4	*	3.8
Pyrène	mg/kg MS	*	0.65	*	0.33	*	0.38	*	2.1	*	1.2	*	2.6

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	013	014	015	016	017	018
Référence client :	C 3	C 4	C 5	C 6	D 1	D 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

	013	014	015	016	017	018
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS * 0.47	mg/kg MS * 0.15	mg/kg MS * 0.35	mg/kg MS * 0.77	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 1.3
Chrysène	mg/kg MS * 0.5	mg/kg MS * 0.16	mg/kg MS * 0.43	mg/kg MS * 0.97	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 1.8
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS * 0.73	mg/kg MS * 0.28	mg/kg MS * 0.58	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 2.3
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS * <0.35	mg/kg MS * 0.084	mg/kg MS * 0.19	mg/kg MS * 0.48	mg/kg MS * 0.49	mg/kg MS * 1.1
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS * 0.52	mg/kg MS * 0.2	mg/kg MS * 0.39	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.5
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS * <0.33	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * 0.085	mg/kg MS * 0.37	mg/kg MS * 0.45	mg/kg MS * 0.33
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS * 0.34	mg/kg MS * 0.15	mg/kg MS * 0.18	mg/kg MS * 0.56	mg/kg MS * 0.84	mg/kg MS * 1.2
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS * 0.44	mg/kg MS * 0.25	mg/kg MS * 0.27	mg/kg MS * 0.91	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.6
Somme des HAP	mg/kg MS 4.4	mg/kg MS 2.2	mg/kg MS 3.6	mg/kg MS 14	mg/kg MS 12	mg/kg MS 21

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

	013	014	015	016	017	018
PCB 28	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 52	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 101	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01
PCB 118	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 138	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.09	mg/kg MS * 0.14	mg/kg MS * 0.03
PCB 153	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.08	mg/kg MS * 0.14	mg/kg MS * 0.02
PCB 180	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.06	mg/kg MS * 0.09	mg/kg MS * 0.01
SOMME PCB (7)	mg/kg MS 0.07	mg/kg MS <0.01	mg/kg MS <0.01	mg/kg MS 0.25	mg/kg MS 0.42	mg/kg MS 0.06

Composés Volatils

LSA46 : BTEX par Head Space/GC/MS

	013	014	015	016	017	018
Benzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Toluène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
o-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05	mg/kg MS <0.05

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures

	013	014	015	016	017	018
Lixiviation 1x24 heures	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B. * 23.6	% P.B. * 32.5	% P.B. * 0.4	% P.B. * 30.3	% P.B. * 30.2	% P.B. * 25.5

XXS4D : Pesée échantillon lixiviation

	013	014	015	016	017	018
Volume	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240
Masse	g * 24.00	g * 24.9	g * 24.4	g * 24.9	g * 25.00	g * 23.7

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	013	014	015	016	017	018
Référence client :	C 3	C 4	C 5	C 6	D 1	D 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat							
pH (Potentiel d'Hydrogène)	*	7.9	* 7.9	* 7.8	* 8.1	* 10.0	* 8.2
Température de mesure du pH	°C	21	20	21	20	20	21
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat							
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	* 330	* 261	* 300	* 970	* 270	* 207
Température de mesure de la conductivité	°C	21.1	20.6	20.9	20.2	20.3	20.9
LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat							
Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	* 2860	* 4750	* 2350	* 8230	* <2000	* <2000
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	* 0.3	* 0.5	* 0.2	* 0.8	* <0.2	* <0.2

Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	mg/kg MS	* 78	* 91	* 73	* <50	* <50	* <51
LS04Y : Chlorures sur éluat	mg/kg MS	* 35.1	* 65.1	* 34.8	* 26.3	* 22.7	* 17.3
LSN71 : Fluorures sur éluat	mg/kg MS	* 10.6	* 9.61	* 9.19	* 5.98	* <5.00	* 9.38
LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat	mg/kg MS	* 1030	* 667	* 837	* 4790	* 602	* 546
LSM90 : Indice phénol sur éluat	mg/kg MS	* <0.51	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.51

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.39	* <0.20
LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat	mg/kg MS	* 0.10	* 0.15	* 0.12	* 0.36	* 0.10	* 0.27
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.25	* 0.37	* 0.23
LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat	mg/kg MS	* 0.105	* 0.084	* 0.115	* 0.067	* 0.070	* 0.051
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* 0.14
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.03	* 0.02	* 0.025	* 0.009	* 0.056	* 0.05
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg MS	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002
LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat	mg/kg MS	* 0.048	* 0.038	* 0.022	* 0.013	* 0.019	* <0.01

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	019	020	021	022	023	024
Référence client :	D 3	D 4	D 5	D 6	E 1	E 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	92.0	*	81.2	*	92.6	*	87.0	*	91.2	*	90.3
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	23.3	*	16.2	*	30.7	*	12.4	*	15.7	*	25.7
XXS06 : Séchage à 40°C		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-

Indices de pollution

LS08X : Carbone Organique Total (COT)	mg/kg MS	*	37600	*	29300	*	20000	*	50900	*	35700	*	45900
--	----------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg MS	*	27.5	*	22.0	*	18.8	*	61.4	*	25.0	*	30.7
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	*	0.78	*	0.51	*	0.45	*	4.32	*	<0.40	*	<0.40
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	*	92.7	*	64.4	*	116	*	37.8	*	43.0	*	48.6
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg MS	*	677	*	339	*	270	*	2260	*	277	*	377
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg MS	*	98.9	*	49.4	*	40.9	*	42.7	*	44.4	*	41.8
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg MS	*	795	*	537	*	941	*	1270	*	538	*	501
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg MS	*	1030	*	876	*	681	*	2500	*	670	*	682
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg MS	*	1.12	*	2.50	*	0.79	*	9.05	*	2.56	*	1.93

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)		*		*		*		*		*		*	
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	438	*	504	*	127	*	195	*	230	*	367
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		9.66		15.4		4.78		1.13		0.85		3.93
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		64.6		183		26.4		29.4		71.1		43.6
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		189		234		56.3		106		100		156
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		175		71.6		39.3		58.7		58.3		164

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)		*		*		*		*		*		*	
Naphtalène	mg/kg MS	*	<0.05	*	<0.22	*	<0.22	*	0.054	*	<0.22	*	<0.23
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	<0.05	*	0.3	*	<0.24	*	0.073	*	<0.24	*	<0.26
Acénaphthène	mg/kg MS	*	0.071	*	0.95	*	<0.28	*	0.072	*	<0.28	*	<0.3
Fluorène	mg/kg MS	*	0.089	*	1.3	*	<0.24	*	0.063	*	<0.24	*	<0.26
Phénanthrène	mg/kg MS	*	0.92	*	11	*	0.32	*	1.4	*	2.0	*	0.95
Anthracène	mg/kg MS	*	0.27	*	3.1	*	<0.28	*	0.27	*	0.48	*	0.49
Fluoranthène	mg/kg MS	*	2.1	*	35	*	0.8	*	2.3	*	3.4	*	2.0
Pyrène	mg/kg MS	*	1.4	*	20	*	0.61	*	2.0	*	2.3	*	1.7

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	019	020	021	022	023	024
Référence client :	D 3	D 4	D 5	D 6	E 1	E 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

	019	020	021	022	023	024
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS * 0.82	mg/kg MS * 14	mg/kg MS * 0.47	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.4
Chrysène	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 16	mg/kg MS * 0.68	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.6	mg/kg MS * 1.5
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 14	mg/kg MS * 0.89	mg/kg MS * 2.1	mg/kg MS * 2.1	mg/kg MS * 2.3
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS * 0.74	mg/kg MS * 6.6	mg/kg MS * 0.37	mg/kg MS * 0.65	mg/kg MS * 0.97	mg/kg MS * 0.73
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 8.3	mg/kg MS * 0.62	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * 1.5	mg/kg MS * 1.7
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS * 0.25	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * <0.27	mg/kg MS * 0.19	mg/kg MS * <0.27	mg/kg MS * 1.1
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS * 0.97	mg/kg MS * 4.9	mg/kg MS * 0.44	mg/kg MS * 0.77	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 1.0
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 6.5	mg/kg MS * 0.57	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.7
Somme des HAP	mg/kg MS 13	mg/kg MS 140	mg/kg MS 5.8	mg/kg MS 15	mg/kg MS 18	mg/kg MS 17

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

	019	020	021	022	023	024
PCB 28	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 52	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02
PCB 101	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.14
PCB 118	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.04
PCB 138	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * 0.09	mg/kg MS * 0.10	mg/kg MS * 0.09	mg/kg MS * 0.40
PCB 153	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.10	mg/kg MS * 0.09	mg/kg MS * 0.07	mg/kg MS * 0.41
PCB 180	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.08	mg/kg MS * 0.06	mg/kg MS * 0.06	mg/kg MS * 0.30
SOMME PCB (7)	mg/kg MS 0.10	mg/kg MS 0.19	mg/kg MS 0.30	mg/kg MS 0.27	mg/kg MS 0.25	mg/kg MS 1.31

Composés Volatils

LSA46 : BTEX par Head Space/GC/MS

	019	020	021	022	023	024
Benzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Toluène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
o-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures

	019	020	021	022	023	024
Lixiviation 1x24 heures	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B. * 30.1	% P.B. * 26.7	% P.B. * 22.1	% P.B. * 33.4	% P.B. * 32.0	% P.B. * 26.0

XXS4D : Pesée échantillon lixiviation

	019	020	021	022	023	024
Volume	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240
Masse	g * 23.7	g * 23.6	g * 24.00	g * 24.00	g * 24.5	g * 23.8

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	019	020	021	022	023	024
Référence client :	D 3	D 4	D 5	D 6	E 1	E 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat							
pH (Potentiel d'Hydrogène)	*	8.00	* 7.9	* 8.00	* 7.7	* 9.3	* 8.1
Température de mesure du pH	°C	20	21	21	21	20	20
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat							
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	* 144	* 182	* 149	* 1060	* 198	* 227
Température de mesure de la conductivité	°C	20.2	20.9	20.9	20.7	20.5	20.5
LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat							
Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	* <2000	* 2160	* <2000	* 8390	* <2000	* 2060
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	* <0.2	* 0.2	* <0.2	* 0.8	* <0.2	* 0.2

Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	mg/kg MS	* <51	* <51	* <50	* <50	* <50	* <50
LS04Y : Chlorures sur éluat	mg/kg MS	* 28.0	* 21.9	* 35.0	* 37.2	* 15.8	* 15.0
LSN71 : Fluorures sur éluat	mg/kg MS	* 6.35	* 8.02	* 6.69	* <5.05	* 5.53	* 6.90
LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat	mg/kg MS	* 317	* 421	* 741	* 5070	* 428	* 587
LSM90 : Indice phénol sur éluat	mg/kg MS	* <0.51	* <0.51	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.50

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.30	* 0.29
LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat	mg/kg MS	* 0.34	* 0.19	* 0.27	* 0.35	* 0.11	* 0.24
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg MS	* 0.45	* <0.20	* <0.20	* 0.25	* 0.26	* <0.20
LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat	mg/kg MS	* 0.060	* 0.061	* 0.066	* 0.076	* 0.072	* 0.067
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.42	* <0.10	* 0.22	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg MS	* 0.49	* <0.20	* 0.36	* <0.20	* <0.20	* <0.20
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.082	* 0.046	* 0.025	* 0.019	* 0.051	* 0.051
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg MS	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* 0.3	* <0.002	* <0.002
LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat	mg/kg MS	* <0.01	* <0.01	* 0.018	* 0.019	* 0.017	* 0.012

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	025	026	027	028	029	030
Référence client :	E 3	E 4	E 5	E 6	F 1	F 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	* 91.0	* 90.1	* 91.2	* 86.6	* 90.2	* 89.6
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	* 25.2	* 35.2	* 16.1	* 17.9	* 11.9	* 34.2
XXS06 : Séchage à 40°C		* -	* -	* -	* -	* -	* -

Indices de pollution

LS08X : Carbone Organique Total (COT)	mg/kg MS	* 40300	* 45200	* 43100	* 55600	* 28000	* 33100
---------------------------------------	----------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		* -	* -	* -	* -	* -	* -
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg MS	* 37.8	* 36.3	* 42.3	* 67.9	* 23.1	* 30.1
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	* 0.78	* 1.97	* 1.05	* 2.11	* 0.78	* 0.76
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	* 48.7	* 52.7	* 55.5	* 38.5	* 42.5	* 48.1
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg MS	* 201	* 337	* 565	* 733	* 185	* 161
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg MS	* 37.2	* 49.0	* 51.0	* 52.2	* 48.9	* 38.0
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg MS	* 459	* 666	* 821	* 1150	* 365	* 395
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg MS	* 669	* 1150	* 971	* 1170	* 576	* 543
LSA09 : Mercure (Hg)	mg/kg MS	* 2.89	* 3.41	* 2.51	* 13.1	* 1.54	* 1.71

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)							
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	* 479	* 417	* 367	* 198	* 454	* 81.4
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS	8.64	5.88	3.29	6.02	10.4	5.55
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS	89.0	75.6	40.3	31.2	53.6	22.3
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS	199	179	141	81.9	151	31.3
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS	182	156	182	79.0	239	22.2

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)							
Naphtalène	mg/kg MS	* <0.23	* <0.23	* <0.22	* <0.05	* <0.2	* <0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS	* <0.25	* <0.26	* <0.25	* 0.088	* <0.22	* 0.058
Acénaphthène	mg/kg MS	* 0.78	* 0.43	* <0.29	* 0.09	* 0.28	* 0.12
Fluorène	mg/kg MS	* 0.42	* <0.26	* <0.25	* 0.07	* 0.3	* 0.081
Phénanthrène	mg/kg MS	* 4.4	* 3.7	* 1.1	* 1.9	* 3.5	* 1.2
Anthracène	mg/kg MS	* 1.7	* 1.1	* <0.28	* 0.66	* 0.87	* 0.48
Fluoranthène	mg/kg MS	* 5.9	* 4.6	* 2.1	* 3.0	* 5.8	* 1.8
Pyrène	mg/kg MS	* 4.9	* 3.5	* 1.9	* 2.3	* 4.0	* 1.5

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	025	026	027	028	029	030
Référence client :	E 3	E 4	E 5	E 6	F 1	F 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

	025	026	027	028	029	030
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS * 3.7	mg/kg MS * 2.5	mg/kg MS * 1.6	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 2.4	mg/kg MS * 0.57
Chrysène	mg/kg MS * 3.9	mg/kg MS * 3.0	mg/kg MS * 1.6	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 3.2	mg/kg MS * 0.69
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS * 6.4	mg/kg MS * 4.4	mg/kg MS * 2.5	mg/kg MS * 1.9	mg/kg MS * 3.8	mg/kg MS * 1.1
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS * 2.1	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 0.78	mg/kg MS * 0.58	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 0.35
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS * 5.1	mg/kg MS * 3.0	mg/kg MS * 1.9	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 2.6	mg/kg MS * 0.79
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS * 0.93	mg/kg MS * <0.29	mg/kg MS * 0.34	mg/kg MS * 0.38	mg/kg MS * 0.56	mg/kg MS * 0.21
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS * 2.6	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 0.72	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 0.41
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS * 4.7	mg/kg MS * 2.7	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 1.2	mg/kg MS * 2.3	mg/kg MS * 0.71
Somme des HAP	mg/kg MS 48	mg/kg MS 32	mg/kg MS 17	mg/kg MS 16	mg/kg MS 33	mg/kg MS 10

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

	025	026	027	028	029	030
PCB 28	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 52	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 101	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * <0.01
PCB 118	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01
PCB 138	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * 0.08	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * 0.15	mg/kg MS * 0.03
PCB 153	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * 0.06	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * 0.08	mg/kg MS * 0.02
PCB 180	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * 0.01
SOMME PCB (7)	mg/kg MS 0.15	mg/kg MS 0.20	mg/kg MS 0.06	mg/kg MS 0.12	mg/kg MS 0.35	mg/kg MS 0.06

Composés Volatils

LSA46 : BTEX par Head Space/GC/MS

	025	026	027	028	029	030
Benzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Toluène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * <0.05
o-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * <0.05

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures

	025	026	027	028	029	030
Lixiviation 1x24 heures	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B. * 34.7	% P.B. * 28.8	% P.B. * 25.7	% P.B. * 27.2	% P.B. * 32.8	% P.B. * 30.5

XXS4D : Pesée échantillon lixiviation

	025	026	027	028	029	030
Volume	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240
Masse	g * 23.9	g * 23.9	g * 23.8	g * 24.1	g * 23.9	g * 24.2

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	025	026	027	028	029	030
Référence client :	E 3	E 4	E 5	E 6	F 1	F 2
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat							
pH (Potentiel d'Hydrogène)	*	8.1	* 7.8	* 7.8	* 8.4	* 8.1	* 7.8
Température de mesure du pH	°C	20	21	21	21	20	20
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat							
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	* 157	* 152	* 181	* 400	* 337	* 131
Température de mesure de la conductivité	°C	20.3	21.0	20.9	20.8	20.1	20.0
LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat							
Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	* <2000	* <2000	* 2670	* 3710	* 2490	* <2000
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	* <0.2	* <0.2	* 0.3	* 0.4	* 0.2	* <0.2

Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	mg/kg MS	* <50	* <50	* <51	* 80	* <51	* <50
LS04Y : Chlorures sur éluat	mg/kg MS	* 15.4	* 11.1	* 16.6	* 34.9	* 26.5	* 16.2
LSN71 : Fluorures sur éluat	mg/kg MS	* 9.60	* 12.9	* 9.41	* <5.07	* 6.91	* 7.02
LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat	mg/kg MS	* 360	* 320	* 445	* 1490	* 895	* 626
LSM90 : Indice phénol sur éluat	mg/kg MS	* <0.50	* <0.50	* <0.51	* <0.51	* <0.51	* <0.50

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.37	* <0.20	* <0.20
LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat	mg/kg MS	* 0.33	* 0.38	* 0.34	* 0.26	* 0.33	* 0.32
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* 0.24	* <0.20	* 0.29	* <0.20	* <0.20
LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat	mg/kg MS	* 0.063	* 0.060	* 0.061	* 0.042	* 0.072	* 0.064
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.15	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* 0.11	* <0.10
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* <0.20
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.06	* 0.072	* 0.097	* 0.029	* 0.039	* 0.033
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg MS	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002
LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat	mg/kg MS	* <0.01	* <0.01	* <0.01	* 0.012	* 0.013	* 0.012

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	031	032	033	034	035	036
Référence client :	F 3	F 4	F 5	F 6	G 1-2	G 3-4
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	92.1	*	91.2	*	91.6	*	89.2	*	89.7	*	91.0
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	28.2	*	11.2	*	21.5	*	30.8	*	20.0	*	25.3
XXS06 : Séchage à 40°C		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-

Indices de pollution

LS08X : Carbone Organique Total (COT)	mg/kg MS	*	37500	*	34500	*	43000	*	38000	*	34000	*	30200
--	----------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------	---	-------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-	*	-	*	-	*	-	*	-	*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg MS	*	31.6	*	34.7	*	32.1	*	28.1	*	21.1	*	30.6
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	*	0.80	*	<0.40	*	2.73	*	0.65	*	0.74	*	0.66
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	*	50.6	*	44.6	*	47.5	*	36.8	*	37.2	*	49.3
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg MS	*	200	*	219	*	269	*	230	*	125	*	187
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg MS	*	35.6	*	34.3	*	42.4	*	28.4	*	29.9	*	36.4
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg MS	*	451	*	440	*	485	*	638	*	401	*	481
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg MS	*	676	*	695	*	782	*	597	*	530	*	732
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg MS	*	3.61	*	2.11	*	2.64	*	2.44	*	1.20	*	1.32

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)													
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	222	*	177	*	314	*	158	*	99.5	*	140
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		17.4		0.96		3.59		1.54		25.7		2.83
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		24.8		57.0		41.3		24.8		6.91		48.2
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		84.1		80.7		122		68.6		39.1		61.7
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		95.5		38.8		148		63.5		27.8		27.5

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)													
Naphtalène	mg/kg MS	*	<0.21	*	0.093	*	0.16	*	0.054	*	<0.25	*	0.11
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	<0.24	*	0.063	*	0.089	*	0.086	*	<0.28	*	0.06
Acénaphthène	mg/kg MS	*	0.37	*	0.29	*	0.32	*	0.1	*	<0.32	*	0.38
Fluorène	mg/kg MS	*	0.29	*	0.22	*	0.22	*	0.11	*	<0.28	*	0.31
Phénanthrène	mg/kg MS	*	2.9	*	2.0	*	2.6	*	1.2	*	0.8	*	2.3
Anthracène	mg/kg MS	*	1.0	*	0.63	*	1.0	*	0.48	*	0.41	*	0.66
Fluoranthène	mg/kg MS	*	5.0	*	3.7	*	2.3	*	2.8	*	1.2	*	3.4
Pyrène	mg/kg MS	*	3.6	*	2.7	*	1.9	*	1.9	*	1.2	*	2.6

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	031	032	033	034	035	036
Référence client :	F 3	F 4	F 5	F 6	G 1-2	G 3-4
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)

	031	032	033	034	035	036
Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS * 2.1	mg/kg MS * 1.5	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 1.8
Chrysène	mg/kg MS * 2.8	mg/kg MS * 1.9	mg/kg MS * 2.0	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 2.3
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS * 3.4	mg/kg MS * 2.8	mg/kg MS * 2.9	mg/kg MS * 2.4	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 2.6
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS * 1.5	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 1.0	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 0.55	mg/kg MS * 1.4
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS * 2.5	mg/kg MS * 1.9	mg/kg MS * 2.1	mg/kg MS * 1.5	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 2.0
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS * 0.51	mg/kg MS * 0.48	mg/kg MS * 0.59	mg/kg MS * 0.39	mg/kg MS * <0.31	mg/kg MS * 0.51
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS * 1.8	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 1.1	mg/kg MS * 1.3	mg/kg MS * 0.74	mg/kg MS * 1.8
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS * 2.4	mg/kg MS * 1.7	mg/kg MS * 2.0	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * 1.4	mg/kg MS * 1.8
Somme des HAP	mg/kg MS 30	mg/kg MS 23	mg/kg MS 22	mg/kg MS 18	mg/kg MS 12	mg/kg MS 24

Polychlorobiphényles (PCBs)

LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

	031	032	033	034	035	036
PCB 28	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 52	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01
PCB 101	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02
PCB 118	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02
PCB 138	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.04
PCB 153	mg/kg MS * 0.03	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.05	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.01	mg/kg MS * 0.04
PCB 180	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.02	mg/kg MS * 0.04	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * <0.01	mg/kg MS * 0.02
SOMME PCB (7)	mg/kg MS 0.08	mg/kg MS 0.07	mg/kg MS 0.21	mg/kg MS 0.04	mg/kg MS 0.03	mg/kg MS 0.14

Composés Volatils

LSA46 : BTEX par Head Space/GC/MS

	031	032	033	034	035	036
Benzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Toluène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
o-Xylène	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05	mg/kg MS * <0.05

Lixiviation

LSA36 : Lixiviation 1x24 heures

	031	032	033	034	035	036
Lixiviation 1x24 heures	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait	* Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B. * 25.8	% P.B. * 32.3	% P.B. * 34.2	% P.B. * 21.0	% P.B. * 29.4	% P.B. * 28.2

XXS4D : Pesée échantillon lixiviation

	031	032	033	034	035	036
Volume	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240	ml * 240
Masse	g * 24.2	g * 24.00	g * 24.2	g * 23.9	g * 24.8	g * 24.4

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon	031	032	033	034	035	036
Référence client :	F 3	F 4	F 5	F 6	G 1-2	G 3-4
Matrice :	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL	SOL
Date de prélèvement :	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017	06/10/2017
Date de début d'analyse :	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017	11/10/2017

Analyses immédiates sur éluat

LSQ13 : Mesure du pH sur éluat							
pH (Potentiel d'Hydrogène)	*	8.3	* 7.8	* 7.8	* 7.9	* 8.00	* 7.9
Température de mesure du pH	°C	21	21	20	20	20	19
LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat							
Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	* 163	* 193	* 151	* 145	* 227	* 136
Température de mesure de la conductivité	°C	21.0	20.9	19.7	20.7	20.2	19.5
LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat							
Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	* 2720	* 2640	* <2000	* 2980	* 2000	* 2090
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	* 0.3	* 0.3	* <0.2	* 0.3	* 0.2	* 0.2

Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	mg/kg MS	* <50	* <50	* <50	* 67	* <50	* <50
LS04Y : Chlorures sur éluat	mg/kg MS	* 15.2	* 14.0	* 12.8	* 31.3	* 51.1	* 22.1
LSN71 : Fluorures sur éluat	mg/kg MS	* 11.3	* 12.1	* 9.58	* 7.03	* 6.04	* 14.2
LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat	mg/kg MS	* 409	* 420	* 351	* 361	* 615	* 279
LSM90 : Indice phénol sur éluat	mg/kg MS	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.50	* <0.50

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.22	* <0.20	* <0.20
LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat	mg/kg MS	* 0.29	* 0.40	* 0.32	* 0.32	* 0.23	* 0.38
LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg MS	* <0.20	* <0.20	* <0.20	* 0.49	* <0.20	* 0.26
LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat	mg/kg MS	* 0.070	* 0.666	* 0.080	* 0.039	* 0.065	* 0.063
LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg MS	* <0.10	* 0.35	* <0.10	* <0.10	* <0.10	* <0.10
LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.25	* <0.10	* 0.13	* 0.91	* <0.10	* 0.43
LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg MS	* 0.34	* <0.20	* <0.20	* 1.12	* <0.20	* 0.58
LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg MS	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001	* <0.001
LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat	mg/kg MS	* 0.058	* 0.028	* 0.069	* 0.031	* 0.052	* 0.023
LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg MS	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002	* <0.002
LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat	mg/kg MS	* <0.01	* <0.01	* <0.01	* <0.01	* 0.018	* <0.01

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon

037

Référence client :

G 5-6

Matrice :

SOL

Date de prélèvement :

06/10/2017

Date de début d'analyse :

11/10/2017

Préparation Physico-Chimique

LS896 : Matière sèche	% P.B.	*	82.0
XXS07 : Refus Pondéral à 2 mm	% P.B.	*	22.3
XXS06 : Séchage à 40°C		*	-

Indices de pollution

LS08X : Carbone Organique Total (COT)	mg/kg MS	*	25100
--	----------	---	-------

Métaux

XXS01 : Minéralisation eau régale - Bloc chauffant		*	-
LS865 : Arsenic (As)	mg/kg MS	*	33.6
LS870 : Cadmium (Cd)	mg/kg MS	*	2.21
LS872 : Chrome (Cr)	mg/kg MS	*	31.1
LS874 : Cuivre (Cu)	mg/kg MS	*	183
LS881 : Nickel (Ni)	mg/kg MS	*	24.1
LS883 : Plomb (Pb)	mg/kg MS	*	641
LS894 : Zinc (Zn)	mg/kg MS	*	911
LSA09 : Mercuré (Hg)	mg/kg MS	*	3.59

Hydrocarbures totaux

LS919 : Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)			
Indice Hydrocarbures (C10-C40)	mg/kg MS	*	219
HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS		19.7
HCT (>nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS		32.0
HCT (>nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS		119
HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS		48.4

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)			
Naphtalène	mg/kg MS	*	<0.05
Acénaphthylène	mg/kg MS	*	0.065
Acénaphthène	mg/kg MS	*	0.13
Fluorène	mg/kg MS	*	0.34
Phénanthrène	mg/kg MS	*	3.4
Anthracène	mg/kg MS	*	3.3
Fluoranthène	mg/kg MS	*	3.3
Pyrène	mg/kg MS	*	2.8

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon

037

Référence client :

G 5-6

Matrice :

SOL

Date de prélèvement :

06/10/2017

Date de début d'analyse :

11/10/2017

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)
**LSA33 : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
(16 HAPs)**

Benzo-(a)-anthracène	mg/kg MS	*	1.0
Chrysène	mg/kg MS	*	1.2
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	*	1.9
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	*	0.62
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	*	1.4
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	*	0.55
Benzo(ghi)Pérylène	mg/kg MS	*	0.79
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	mg/kg MS	*	1.3
Somme des HAP	mg/kg MS		22

Polychlorobiphényles (PCBs)
LSA42 : PCB congénères réglementaires (7)

PCB 28	mg/kg MS	*	<0.01
PCB 52	mg/kg MS	*	0.01
PCB 101	mg/kg MS	*	0.11
PCB 118	mg/kg MS	*	0.04
PCB 138	mg/kg MS	*	0.37
PCB 153	mg/kg MS	*	0.41
PCB 180	mg/kg MS	*	0.29
SOMME PCB (7)	mg/kg MS		1.23

Composés Volatils
LSA46 : BTEX par Head Space/GC/MS

Benzène	mg/kg MS	*	<0.05
Toluène	mg/kg MS	*	<0.05
Ethylbenzène	mg/kg MS	*	<0.05
m+p-Xylène	mg/kg MS	*	<0.05
o-Xylène	mg/kg MS	*	<0.05
Somme des BTEX	mg/kg MS		<0.05

Lixiviation
LSA36 : Lixiviation 1x24 heures

Lixiviation 1x24 heures		*	Fait
Refus pondéral à 4 mm	% P.B.	*	46.2

XXS4D : Pesée échantillon lixiviation

Volume	ml	*	240
Masse	g	*	24.1

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

N° Echantillon

037

Référence client :

G 5-6

Matrice :

SOL

Date de prélèvement :

06/10/2017

Date de début d'analyse :

11/10/2017

Analyses immédiates sur éluat
LSQ13 : Mesure du pH sur éluat

pH (Potentiel d'Hydrogène)		*	10.0
Température de mesure du pH	°C		20

LSQ02 : Conductivité à 25°C sur éluat

Conductivité corrigée automatiquement à 25°C	µS/cm	*	306
Température de mesure de la conductivité	°C		20.0

LSM46 : Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat

Résidus secs à 105 °C	mg/kg MS	*	2180
Résidus secs à 105°C (calcul)	% MS	*	0.2

Indices de pollution sur éluat

LSM68 : Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	mg/kg MS	*	<51
---	----------	---	-----

LS04Y : Chlorures sur éluat	mg/kg MS	*	31.0
-----------------------------	----------	---	------

LSN71 : Fluorures sur éluat	mg/kg MS	*	<5.05
-----------------------------	----------	---	-------

LS04Z : Sulfate (SO4) sur éluat	mg/kg MS	*	655
---------------------------------	----------	---	-----

LSM90 : Indice phénol sur éluat	mg/kg MS	*	<0.51
---------------------------------	----------	---	-------

Métaux sur éluat

LSM04 : Arsenic (As) sur éluat	mg/kg MS	*	0.28
--------------------------------	----------	---	------

LSM05 : Baryum (Ba) sur éluat	mg/kg MS	*	0.32
-------------------------------	----------	---	------

LSM11 : Chrome (Cr) sur éluat	mg/kg MS	*	<0.10
-------------------------------	----------	---	-------

LSM13 : Cuivre (Cu) sur éluat	mg/kg MS	*	0.21
-------------------------------	----------	---	------

LSN26 : Molybdène (Mo) sur éluat	mg/kg MS	*	0.033
----------------------------------	----------	---	-------

LSM20 : Nickel (Ni) sur éluat	mg/kg MS	*	<0.10
-------------------------------	----------	---	-------

LSM22 : Plomb (Pb) sur éluat	mg/kg MS	*	<0.10
------------------------------	----------	---	-------

LSM35 : Zinc (Zn) sur éluat	mg/kg MS	*	<0.20
-----------------------------	----------	---	-------

LS04W : Mercure (Hg) sur éluat	mg/kg MS	*	<0.001
--------------------------------	----------	---	--------

LSM97 : Antimoine (Sb) sur éluat	mg/kg MS	*	0.026
----------------------------------	----------	---	-------

LSN05 : Cadmium (Cd) sur éluat	mg/kg MS	*	<0.002
--------------------------------	----------	---	--------

LSN41 : Sélénium (Se) sur éluat	mg/kg MS	*	0.016
---------------------------------	----------	---	-------

D : détecté / ND : non détecté

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 17E091970

Version du : 23/10/2017

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Date de réception : 09/10/2017

Référence Dossier : N° Projet : B1 17 030 0

Nom Projet : VSN Plateforme

Référence Commande : ANA 17102620

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 28 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

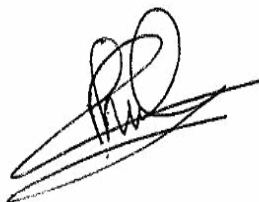
Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux – portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



Maeva Philippe
Coordinateur Projets Clients

Annexe technique

Dossier N° : 17E091970

N° de rapport d'analyse :AR-17-LK-117556-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-276713

Nom projet : VSN Plateforme

Référence commande :

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LS04W	Mercure (Hg) sur éluat	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2 / NF EN 16192	0.001	mg/kg MS	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS04Y	Chlorures sur éluat	Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrométrie visible automatisée] - NF EN 16192 - NF ISO 15923-1	10	mg/kg MS	
LS04Z	Sulfate (SO4) sur éluat		50	mg/kg MS	
LS08X	Carbone Organique Total (COT)	Combustion [sèche] - NF ISO 10694	1000	mg/kg MS	
LS865	Arsenic (As)	ICP/AES [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN ISO 11885 - NF EN 13346 Méthode B	1	mg/kg MS	
LS870	Cadmium (Cd)		0.4	mg/kg MS	
LS872	Chrome (Cr)		5	mg/kg MS	
LS874	Cuivre (Cu)		5	mg/kg MS	
LS881	Nickel (Ni)		1	mg/kg MS	
LS883	Plomb (Pb)		5	mg/kg MS	
LS894	Zinc (Zn)		5	mg/kg MS	
LS896	Matière sèche	Gravimétrie - NF ISO 11465	0.1	% P.B.	
LS919	Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40) Indice Hydrocarbures (C10-C40) HCT (nC10 - nC16) (Calcul) HCT (>nC16 - nC22) (Calcul) HCT (>nC22 - nC30) (Calcul) HCT (>nC30 - nC40) (Calcul)	GC/FID [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN ISO 16703 (Sols) - NF EN 14039 (Boue, Sédiments)	15	mg/kg MS	
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
LSA09	Mercure (Hg)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) [Minéralisation à l'eau régale] - NF EN 13346 Méthode B (Sol) - NF ISO 16772 (Sol) - Adaptée de NF ISO 16772 (Boue, Sédiments)	0.1	mg/kg MS	
LSA33	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs) Naphtalène Acénaphthylène Acénaphthène Fluorène Phénanthrène Anthracène Fluoranthène Pyrène Benzo-(a)-anthracène Chrysène Benzo(b)fluoranthène Benzo(k)fluoranthène Benzo(a)pyrène Dibenzo(a,h)anthracène Benzo(ghi)Pérylène Indeno (1,2,3-cd) Pyrène Somme des HAP	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF ISO 18287 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.05	mg/kg MS	
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
	mg/kg MS				
LSA36	Lixiviation 1x24 heures Lixiviation 1x24 heures			Lixiviation [Ratio L/S = 10 l/kg - Broyage par concasseur à mâchoires] - NF EN 12457-2	

Annexe technique

Dossier N° : 17E091970

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-276713

Nom projet : VSN Plateforme

Référence commande :

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
	Refus pondéral à 4 mm		0.1	% P.B.	
LSA42	PCB congénères réglementaires (7) PCB 28 PCB 52 PCB 101 PCB 118 PCB 138 PCB 153 PCB 180 SOMME PCB (7)	GC/MS/MS [Extraction Hexane / Acétone] - NF EN 16167 (Sols) - XP X 33-012 (boue, sédiment)	0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01 0.01	mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS	
LSA46	BTEX par Head Space/GC/MS Benzène Toluène Ethylbenzène m+p-Xylène o-Xylène Somme des BTEX	HS - GC/MS [Extraction méthanolique] - NF EN ISO 22155	0.05 0.05 0.05 0.05 0.05	mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS mg/kg MS	
LSM04	Arsenic (As) sur éluat	ICP/AES - NF EN ISO 11885 / NF EN 16192	0.2	mg/kg MS	
LSM05	Baryum (Ba) sur éluat		0.1	mg/kg MS	
LSM11	Chrome (Cr) sur éluat		0.1	mg/kg MS	
LSM13	Cuivre (Cu) sur éluat		0.2	mg/kg MS	
LSM20	Nickel (Ni) sur éluat		0.1	mg/kg MS	
LSM22	Plomb (Pb) sur éluat		0.1	mg/kg MS	
LSM35	Zinc (Zn) sur éluat		0.2	mg/kg MS	
LSM46	Résidu sec à 105°C (Fraction soluble) sur éluat Résidus secs à 105 °C Résidus secs à 105°C (calcul)		Gravimétrie - NF T 90-029 / NF EN 16192	2000 0.2	mg/kg MS % MS
LSM68	Carbone Organique par oxydation (COT) sur éluat	Spectrophotométrie (IR) [à chaud en milieu acide] - NF EN 16192 - NF EN 1484 - Adaptée de NF EN 1484 (hors Sol)	50	mg/kg MS	
LSM90	Indice phénoI sur éluat	Flux continu [Flux Continu] - NF EN ISO 14402 (adaptée sur sédiment,boue) - NF EN 16192	0.5	mg/kg MS	
LSM97	Antimoine (Sb) sur éluat	ICP/MS - NF EN ISO 17294-2 / NF EN 16192	0.005	mg/kg MS	
LSN05	Cadmium (Cd) sur éluat		0.002	mg/kg MS	
LSN26	Molybdène (Mo) sur éluat		0.01	mg/kg MS	
LSN41	Sélénium (Se) sur éluat		0.01	mg/kg MS	
LSN71	Fluorures sur éluat		Electrométrie [Potentiometrie] - NF T 90-004 (adaptée sur sédiment,boue) - NF EN 16192	5	mg/kg MS
LSQ02	Conductivité à 25°C sur éluat Conductivité corrigée automatiquement à 25°C Température de mesure de la conductivité	Potentiométrie [Méthode à la sonde] - NF EN 27888 / NF EN 16192		µS/cm °C	
LSQ13	Mesure du pH sur éluat pH (Potentiel d'Hydrogène) Température de mesure du pH	Potentiométrie - NF EN ISO 10523 / NF EN 16192		°C	
XXS01	Minéralisation eau régale - Bloc chauffant	Digestion acide - NF EN 13346 Méthode B			

Annexe technique

Dossier N° : 17E091970

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-276713

Nom projet : VSN Plateforme

Référence commande :

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
XXS06	Séchage à 40°C	Séchage - NF ISO 11464			
XXS07	Refus Pondéral à 2 mm	Gravimétrie - NF ISO 11464	1	% P.B.	
XXS4D	Pesée échantillon lixiviation Volume Masse	Gravimétrie -		ml g	

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flaconnages des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 17E091970

N° de rapport d'analyse : AR-17-LK-117556-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-276713

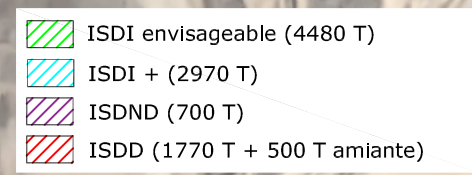
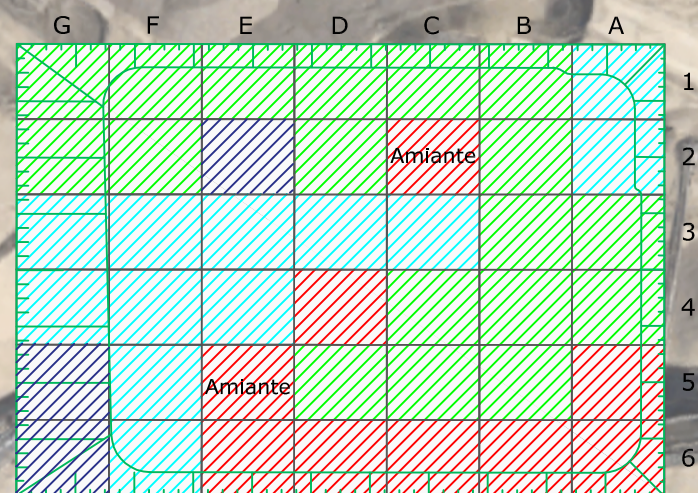
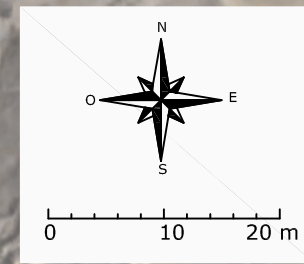
Nom projet : N° Projet : B1 17 030 0
VSN Plateforme

Référence commande : ANA 17102620

Sol

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
17E091970-001	A 1-2	06/10/2017		
17E091970-002	A 3	06/10/2017		
17E091970-003	A 4	06/10/2017		
17E091970-004	A 5-6	06/10/2017		
17E091970-005	B 1	06/10/2017		
17E091970-006	B 2	06/10/2017		
17E091970-007	B 3	06/10/2017		
17E091970-008	B 4	06/10/2017		
17E091970-009	B 5	06/10/2017		
17E091970-010	B 6	06/10/2017		
17E091970-011	C 1	06/10/2017		
17E091970-012	C 2	06/10/2017		
17E091970-013	C 3	06/10/2017		
17E091970-014	C 4	06/10/2017		
17E091970-015	C 5	06/10/2017		
17E091970-016	C 6	06/10/2017		
17E091970-017	D 1	06/10/2017		
17E091970-018	D 2	06/10/2017		
17E091970-019	D 3	06/10/2017		
17E091970-020	D 4	06/10/2017		
17E091970-021	D 5	06/10/2017		
17E091970-022	D 6	06/10/2017		
17E091970-023	E 1	06/10/2017		
17E091970-024	E 2	06/10/2017		
17E091970-025	E 3	06/10/2017		
17E091970-026	E 4	06/10/2017		
17E091970-027	E 5	06/10/2017		
17E091970-028	E 6	06/10/2017		
17E091970-029	F 1	06/10/2017		
17E091970-030	F 2	06/10/2017		
17E091970-031	F 3	06/10/2017		
17E091970-032	F 4	06/10/2017		
17E091970-033	F 5	06/10/2017		
17E091970-034	F 6	06/10/2017		
17E091970-035	G 1-2	06/10/2017		
17E091970-036	G 3-4	06/10/2017		
17E091970-037	G 5-6	06/10/2017		

ANNEXE 4-2 : CARTOGRAPHIE DES MAILLES AVEC PRE-ORIENTATION 100 % FILIERES AGREEES



Agence Ile-de-France / Nord
 15 route du bassin numéro 5 1, rue Malldano
 92230 GENNEVILLIERS 62950 NOYELLES-GODAULT
 Tél: 01.55.17.15.00 Tél: 03.91.84.72.60
 Fax: 01.55.17.15.01 Fax: 03.91.84.72.61

Cartographie des mailles avec pré-orientation en filières envisageable - scénario 100% filière

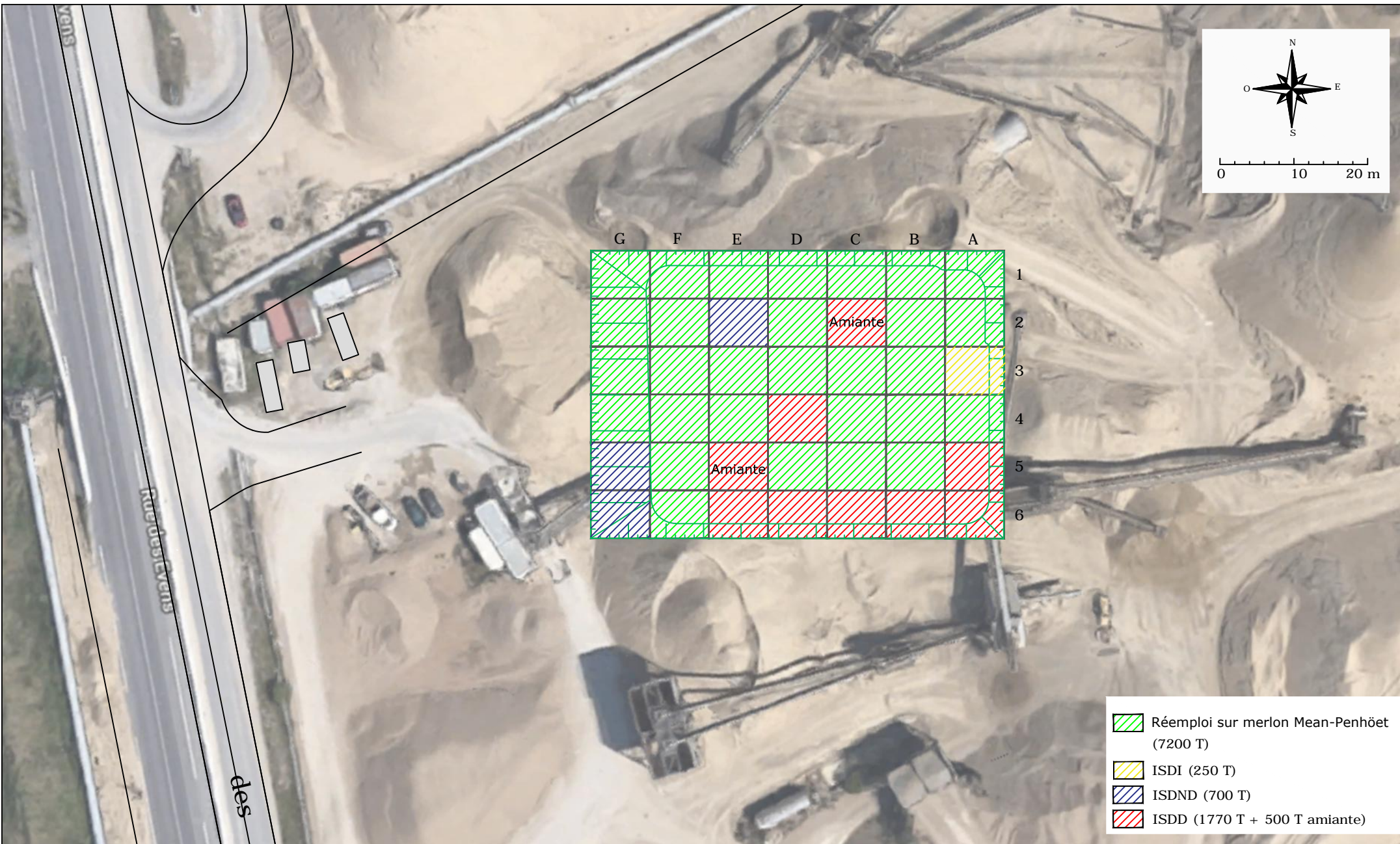
Plateforme de stockage provisoire des terres du Bd des Apprentis - St Nazaire - Montoir-de-Bretagne (44)





Echelle
 Affaire
 Dessiné par
 Vérifié par
 Date
 Référence
 Version

cf.plan
 B7170060
 David Alvez
 Sozic Frénot
 03/04/19
 11316
 1

ANNEXE
4
 FIGURE
2

ANNEXE 4-3 : CARTOGRAPHIE DES MAILLES POUR REEMPLOI SUR LE SITE DU MERLON & GESTION EN FILIERES AGREEES – SCENARIO 1C



-  Réemploi sur merlon Mean-Penhöet (7200 T)
-  ISDI (250 T)
-  ISDND (700 T)
-  ISDD (1770 T + 500 T amiante)

Cartographie des mailles avec réemploi partiel sur merlon - scénario 1C

Plateforme de stockage provisoire des terres du Bd des Apprentis - St Nazaire - Montoir-de-Bretagne (44)

Echelle
Affaire
Dessiné par
Vérifié par
Date
Référence
Version

cf. plan
B7170060
Dominique Montay
Soizic Frénot
28/06/18
PG
115/161
0

ANNEXE
4
FIGURE
3



Agence Ile-de-France / Nord
15 route du bassin numéro 5 1, rue Malfidano
92230 GENNEVILLIERS 62950 NOYELLES-GODAULT
Tél: 01.55.17.15.00 Tél: 03.91.84.72.60
Fax: 01.55.17.15.01 Fax: 03.91.84.72.61

Annexe 5

SCHEMA CONCEPTUEL

ANNEXE 5-1 : CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET TOXICOLOGIQUES DES SUBSTANCES

Les principales caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances rencontrées sur le site, influençant leur comportement (transfert) dans les milieux et leur niveau de risque sanitaire, sont les suivantes :

- Hydrocarbures pétroliers C10-C40 : en fonction du nombre de carbone, des plus légers (C10) aux plus lourds (C40) : volatils à très peu volatils, moyennement solubles à très peu solubles, moins denses que l'eau, fort potentiel d'adsorption sur les sols, fort potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité faible,
- BTEX : très volatils, solubles, moins denses que l'eau, faible potentiel d'adsorption sur les sols, faible potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité moyenne à forte avec effets cancérigènes pour le benzène,
- Métaux lourds : non volatils excepté certaines formes du mercure, solubles à non solubles en fonction de leur espèce, état/spéciation et des conditions environnementales, potentiel d'adsorption dans les sols généralement fort, potentiel de bioaccumulation dans les végétaux généralement fort, toxicité moyenne à forte variable suivant l'espèce avec effets cancérigènes pour certains (As, Cd, Cr VI, Pb...).
- HAP : volatil pour le naphthalène, peu à non volatils pour les autres HAP, peu à très peu solubles, plus denses que l'eau, fort potentiel d'adsorption sur les sols, fort potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité moyenne à forte avec effets cancérigènes pour tous.
- PCB : peu à très peu volatils, peu solubles, plus denses que l'eau, fort potentiel d'adsorption sur les sols, fort potentiel de bioaccumulation dans les végétaux, toxicité forte avec effets cancérigènes,

Ces caractéristiques sont considérées pour appréhender les milieux pouvant être impactés et évaluer qualitativement les risques, dans le schéma conceptuel.

Dans le détail, les propriétés des substances retenues pour les calculs de risques sont les suivantes :

Propriétés physico-chimiques

Les propriétés physico-chimiques des différentes substances ont été définies à partir des bases de données nationales et internationales compilées dans le logiciel RISC.

Le tableau en page suivante présente les paramètres physico-chimiques des substances détectées sur le site.

Quelques remarques sur certaines propriétés :

- la pression de vapeur : elle indique la tendance d'un composé à être volatilisé depuis sa phase libre. Plus la pression de vapeur est importante plus il pourra être volatilisé. A titre indicatif, une pression de vapeur supérieure à 1 mm Hg indique une forte tendance à la volatilisation ; si elle est inférieure à 10^{-3} mm Hg, le composé aura une faible tendance à la volatilisation,
- la constante de Henry : elle indique la tendance d'un composé à être volatilisé d'une solution aqueuse (phase dissoute). Plus la constante est élevée, plus le composé est volatil. A titre indicatif, une constante de Henry supérieure à $4 \cdot 10^{-2}$ (sans unité) indique une forte tendance à la volatilisation, tandis qu'une constante inférieure à $4 \cdot 10^{-4}$ indique une faible tendance à la volatilisation.

Les coefficients d'adsorption : le coefficient de partition octanol-eau, K_{ow} indique la tendance du composé à être adsorbé sur les particules solides ou la matière organique. Le coefficient d'adsorption sur la matière organique, K_{oc} , indique la tendance du composé à être adsorbé sur la matière organique spécifiquement. Plus ces valeurs sont importantes, plus le composé est adsorbable.

Tableau 20 : Propriétés physico-chimiques des substances

PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTANCES

source : Chemical Parameter Database RISC5

Parameters	CAS number	Molecular weight	Solubility		Henry's Law constant		Koc (ND for inorganics)		log Kow -- octanol/ water partition coeff.		Diffusion coefficient in air		Diffusion coefficient in water		Vapor pressure		Uptake factor Plant (source : RAIS)			
			mg/L	ref	-	ref	ml/g	ref	L/kg	ref	cm ² /s	ref	cm ² /s	ref	mmHg	ref	(mg/kg)/(mg/kg) Soil to DRY Plant Uptake	(mg/kg)/(mg/kg) Soil to WET Plant Uptake	ref	
COUPES HYDROCARBURES ALIPHATIQUES																				
TPH Aliphatic C10-12	TPH	160,0	3,40E-02	TPHCWG (1997)	1,30E+02	TPHCWG (1997)	2,51E+05	TPHCWG (1997)	5,60	Calculated from: =4.5 0.75*LOG(Koc)	1,00E-01	TPHCWG (1997)	1,00E-05	TPHCWG (1997)	4,86E-01	TPHCWG (1997)	0,011	0,002	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
TPH Aliphatic C12-16	TPH	200,0	7,60E-04	TPHCWG (1997)	5,40E+02	TPHCWG (1997)	5,01E+06	TPHCWG (1997)	6,84	Calculated from: =4.5 0.75*LOG(Koc)	1,00E-01	TPHCWG (1997)	1,00E-05	TPHCWG (1997)	3,65E-02	TPHCWG (1997)	0,011	0,002	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
TPH Aliphatic C16-35	TPH	270	1,30E-06	TPHCWG (1997)	6,40E+03	TPHCWG (1997)	1,00E+09	TPHCWG (1997)	8,91	Calculated from: =4.5 0.75*LOG(Koc)	1,00E-01	TPHCWG (1997)	1,00E-05	TPHCWG (1997)	5,78E-03	TPHCWG (1997)	0,011	0,002	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
COUPES HYDROCARBURES AROMATIQUES																				
TPH Aromatic C10-12	TPH	130,0	2,50E+01	TPHCWG (1997)	1,40E+01	TPHCWG (1997)	2,51E+03	TPHCWG (1997)	3,45	Calculated from: =4.5 0.75*LOG(Koc)	1,00E-01	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	1,00E-05	TPHCWG (1997)	4,79E-01	TPHCWG (1997)	0,323	0,065	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
TPH Aromatic C12-16	TPH	150,0	5,80E+00	TPHCWG (1997)	5,40E+02	TPHCWG (1997)	5,01E+03	TPHCWG (1997)	3,93	Calculated from: =4.5 0.75*LOG(Koc)	1,00E-01	Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	1,00E-05	TPHCWG (1997)	3,65E-02	TPHCWG (1997)	0,323	0,065	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
TPH Aromatic C16-21	TPH	190	5,10E-01	TPHCWG (1997)	1,30E+02	TPHCWG (1997)	1,58E+04	TPHCWG (1997)	4,72	Calculated from: =4.5 0.75*LOG(Koc)	1,00E-01	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	1,00E-05	TPHCWG (1997)	5,78E-03	TPHCWG (1997)	0,039	0,008	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
TPH Aromatic C21-35	TPH	240	6,60E-03	TPHCWG (1997)	6,80E+04	TPHCWG (1997)	1,26E+05	TPHCWG (1997)	6,14	Calculated from: =4.5 0.75*LOG(Koc)	1,00E-01	Total Petroleum Hydrocarbons	1,00E-05	TPHCWG (1997)	3,34E-06	TPHCWG (1997)	0,039	0,008	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
BTEX																				
Xylenes (total)	1330-20-7	106,2	1,06E+02	USEPA RSLs	2,10E-01	USEPA RSLs	3,83E+02	USEPA RSLs	3,20			8,50E-02	USEPA RSLs	9,90E-06	USEPA RSLs	8,84E+00	Value from p-xylenes	0,566	0,113	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n food: a Monte Carlo assessment. Risk
HAP																				
Naphthalene	91-20-3	128,2	3,10E+01	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,98E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,00E+03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	3,36	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,90E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	7,50E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	8,50E-02	How ard and Meylan (1997)	0,469	0,094	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n food: a Monte Carlo assessment. Risk	
Acenaphthene	83-32-9	154,2	4,24E+00	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,36E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	7,08E+03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	3,92	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	4,21E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	7,69E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,50E-03	How ard and Meylan (1997)	0,205	0,041	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n food: a Monte Carlo assessment. Risk	
Acenaphthylene	208-96-8	152,2	1,61E+01	How ard and Meylan (1997)	4,67E-03	How ard and Meylan (1997)	2,77E+03	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	3,94	How ard and Meylan (1997)	4,40E-02	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	7,50E-06	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	9,12E-04	How ard and Meylan (1997)	0,200	0,040	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n food: a Monte Carlo assessment. Risk	
Anthracene	120-12-7	178,2	4,34E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,67E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,95E+04	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	4,55	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,24E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	7,74E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,67E-06	How ard and Meylan (1997)	0,101	0,020	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n food: a Monte Carlo assessment. Risk	
Benzo(a)anthracene	56-55-3	228,0	9,40E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,37E-04	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,98E+05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	5,70	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,10E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	9,00E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,05E-08	How ard and Meylan (1997)	0,018	0,004	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Benzo(a)pyrene	50-32-8	252,3	1,62E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	4,63E-05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,02E+06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	6,11	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	4,30E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	9,00E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,49E-09	How ard and Meylan (1997)	0,011	0,002	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Benzo(b)fluoranthene	205-99-2	252,3	1,50E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	4,55E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,23E+06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	6,20	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,26E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,56E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,00E-07	How ard and Meylan (1997)	0,017	0,003	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n food: a Monte Carlo assessment. Risk	
Benzo(g,h,i)perylene	191-24-2	276,3	2,60E-04	How ard and Meylan (1997)	6,58E-05	How ard and Meylan (1997)	7,76E+06		6,63	How ard and Meylan (1997)	4,90E-02	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	5,56E-06	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working Group (1997)	1,01E-10	How ard and Meylan (1997)	0,005	0,001	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Benzo(k)fluoranthene	207-08-9	252,3	8,00E-04	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,40E-05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,23E+06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	6,20	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,26E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,56E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	9,65E-10	How ard and Meylan (1997)	0,011	0,002	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Chrysene	218-01-9	228,3	1,60E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,88E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,98E+05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	5,70	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,48E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,21E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,23E-09	How ard and Meylan (1997)	0,016	0,003	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Dibenz(a,h)anthracene	53-70-3	278,4	2,49E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,03E-07	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,80E+06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	6,69	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,02E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,18E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,00E-10	How ard and Meylan (1997)	0,005	0,001	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Fluoranthene	206-44-0	202,3	2,06E-01	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,60E-04	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,07E+05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	5,12	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,02E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,35E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,23E-08	How ard and Meylan (1997)	0,039	0,008	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Fluorene	86-73-7	166,2	1,98E+00	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,61E-03	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,38E+04	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	4,21	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,63E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	7,88E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	8,42E-03	How ard and Meylan (1997)	0,145	0,029	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193-39-5	276,3	2,20E-05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,56E-05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,47E+06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	6,65	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,90E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	5,66E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,00E-10	How ard and Meylan (1997)	0,005	0,001	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	
Phenanthrene	85-01-8	178,2	1,15E+00	How ard and Meylan (1997)	1,48E-03	How ard and Meylan (1997)	2,29E+04	ND	4,46	How ard and Meylan (1997)	5,17E-02	ND	5,90E-06	ND		0,100	0,020	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n		
Pyrene	129-00-0	202,3	1,35E-01	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	4,51E-04	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,05E+05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	5,11	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,72E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	7,24E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	2,45E-06	How ard and Meylan (1997)	0,057	0,011	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grow n	

PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DES SUBSTANCES

source : Chemical Parameter Database RISC5

Parameters	CAS number	Molecular weight	Solubility		Henry's Law constant		Koc (ND for inorganics)		log Kow -- octanol/ water partition coeff.		Diffusion coefficient in air		Diffusion coefficient in water		Vapor pressure		Uptake factor Plant (source : RAIS)			
			mg/L	ref	-	ref	ml/g	ref	L/kg	ref	cm ² /s	ref	cm ² /s	ref	mmHg	ref	(mg/kg)/(mg/kg) Soil to DRY Plant Uptake	(mg/kg)/(mg/kg) Soil to WET Plant Uptake	ref	
PCB																				
PCBs (Aroclor 1016)	12674-11-2	225,1	4,20E-01	referenced in Land Recycling Program web page	3,30E-04	referenced in Land Recycling Program web page	3,09E+05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	5,90	referenced in Land Recycling Program web page	2,20E-02	referenced in Land Recycling Program web page	6,80E-06	referenced in Land Recycling Program web page	8,00E-05	ND		0,019	0,004	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grown food: a Monte Carlo assessment. Risk Anal.
PCBs (Aroclor 1254)	11097-69-1	225,1	4,30E-02	USEPA RSLs	1,20E-02	USEPA RSLs	3,09E+05	USEPA Soil Screening Guidance (1996)-1	5,69	ND	1,04E-01	ND	1,00E-05	ND	8,00E-05	ND		0,007	0,001	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grown food: a Monte Carlo assessment. Risk Anal.
PCBs	1336-36-3	292,0	7,00E-02	SCDM	1,07E-03	Risk Assistant, as referenced in Land Recycling Program	5,30E+05	Total Petroleum Hydrocarbons Criteria Working	6,04	SCDM	1,8E-02	referenced in Land Recycling Program web page	8,0E-06	referenced in Land Recycling Program web page				0,003	0,001	McKone, T. E. 1994. Uncertainty and variability in human exposures to soil contaminants through home-grown food: a Monte Carlo assessment. Risk Anal.
METAUX																				
Arsenic	7440-38-2	78,0	1,80E+04	German Federal Ministry (for Arsenic trioxide), Arsenic itself is considered	0,00E+00	NA	ND	NA	NA	NA	ND	NA	ND	NA	0,00E+00	NA		0,04	0,01	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.
Cadmium	7440-43-9	112,4	0,00E+00	Chloride in water: readily soluble (1,400 n/l). Cadmium oxide in	0,00E+00	NA	ND	NA	NA	NA	ND	NA	ND	NA	0,00E+00	NA		0,55	0,1375	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.
Chromium (total)	7440-47-3	52,0	0,00E+00	USEPA RSLs	0,00E+00	NA	ND	NA	NA	NA	ND	NA	ND	NA				0,0075	0,001875	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.
Copper	7440-50-8	63,5	0,00E+00	USEPA RSLs	0,00E+00	NA	ND	NA	NA	NA	ND	NA	ND	NA	0,00E+00	NA		0,4	0,1	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.
Lead	7439-92-1	82,0	0,00E+00	USEPA RSLs	0,00E+00	NA	ND	NA	NA	NA	ND	ND	ND	ND	0,00E+00	NA		0,045	0,01125	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.
Mercury (inorganic)	7439-97-6	200,6	6,00E-02	USEPA RSLs	4,67E-01	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	ND	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	ND	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	3,07E-02	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	6,30E-06	USEPA Soil Screening Guidance (1996)	1,30E-03	ND		0,9	0,225	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.
Nickel (soluble salts)	7440-02-0	58,7	ND		ND	NA	ND	ND	NA	NA	ND	ND	ND	ND	0,00E+00	NA		0,06	0,015	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.
Zinc	7440-66-6	65,38	0,00E+00	USEPA RSLs	0,00E+00	NA	ND	NA	NA	NA	ND	ND	ND	NA	0,00E+00	NA		0,99 (1,5 selon BAES)	0,264 (0,375 selon BAES)	Baes, C. F., III, Sharp, R. D., Sjoreen, A. L., and Shor, R. W. 1984. A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.

Footnotes:
 ND = No Data
 NA = Not Applicable (for physical-chemical properties. e.g. Henry's Law coefficient for a metal)
 NA = Not Assessed (for toxicity parameters)

Baes, C.F., Sharp, R.D., Sjoreen, A.L., and Shor, R.W. 1984 A Review and Analysis of Parameters for Assessing Transport of Environmentally Released Radionuclides Through Agriculture. Oak Ridge National Lab Report ORNL-5786. September.

Howard and Meylan (1997) = Howard and Meylan, "Physical Properties of Organic Chemicals". If the reference is Howard and Meylan (1997) then the temperature for Henry's Law is 25 degrees C unless noted.

Howard et al. = "Handbook of Environmental Degradation Rates" by P.H. Howard, R.S. Boethling, W.F. Jarvis, W.M. Meylan and E.M. Michalenko. 1991 CRC Press LLC.

IRIS = USEPA's Integrated Risk Information System (date is the date the system was accessed)

PRGs = USEPA Region 9's Preliminary Remediation Table (now replaced with USEPA Regional Screening Levels [RSLs]).

Land Recycling Program web page (Pennsylvania): http://www.dep.state.pa.us/physicalproperties/CPP_Search.htm

RSLs = USEPA's Regional Screening Levels (Created in 2009. Replaced USEPA Region 9's PRGs, USEPA Region 6's HMMSSLs, USEPA Region 3's RBCs.)

SCDM = USEPA's Superfund Chemical Data Matrix (<http://www.epa.gov/superfund/sites/npl/hrsres/tools/scdm.htm>)

USEPA Soil Screening Guidance (1996) = May 1996. Soil Screening Guidance: Technical Background Document, Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA/540/R-95/128.

TRHCWG (Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group). 1997. A Risk-Based Approach for the Management of Total Petroleum Hydrocarbons in Soil.

Howard, P.H. 1989. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data For Organic Chemicals (Volumes 1-3), Lewis Publishers, Chelsea, Michigan.

Howard, P.H., and W.M. Meylan. 1997. Handbook of Physical Properties of Organic Chemicals, CRC Press, Boca Raton, FL.

GFM: German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ).

RIVM (Dutch National Institute of Public Health and the Environment -- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu). 1991. Vermeire, T.G., M.E. Apeldoorn, J.C. de Fouw and P.J.C.M. Janssen, Voorstel tot humaan-toxicologische onderbouwing van C-(toetsings)waarden, RIVM-report number 725201005.

U.S. Environmental Protection Agency. 1987. Hazardous Waste Treatment, Storage and Disposal Facilities (TSDF) – Air Emission Models. EPA/450/3-87/026.

U.S. Environmental Protection Agency. 1992b. Supplemental Guidance to RAGS: Calculating the Concentration Term. Intermittent Bulletin. Volume 1, Number 1, Office of Emergency and Remedial Response, PB 92-963373.

U.S. Environmental Protection Agency. 1995. Health Effects Assessment Summary Tables (HEAST): Annual Update, FY 1994. Environmental Criteria Assessment Office, Office of Health and Environmental Assessment, Office of Research and Development, Cincinnati, OH.

U.S. Environmental Protection Agency. May 1996. Soil Screening Guidance: Technical Background Document, Office of Solid Waste and Emergency Response, EPA/540/R-95/128.

U.S. Environmental Protection Agency. 1987. Hazardous Waste Treatment, Storage and Disposal Facilities (TSDF) – Air Emission Models. EPA/450/3-87/026.

U.S. Environmental Protection Agency. 1990. Basics of Pump-and-Treat Ground-Water Remediation Technology. Office of Research and Development, EPA-600/8-90/003.

HSDB sur <https://toxnet.nlm.nih.gov>
 EPI : USEPA's Estimation Programs Interface SUITE 4.1, Copyright 2000-2012

Propriétés toxicologiques

Nous avons recherché les informations suivantes, pour chaque substance détectée au droit du site :

- l'identification du potentiel dangereux des substances : effets toxiques chroniques, effets cancérogènes,
- l'évaluation de la relation dose-effet qui a pour but de définir une relation quantitative entre la dose ou concentration administrée ou absorbée et l'incidence de l'effet délétère. On recherche les Valeurs Toxiques de Référence (VTR) :
 - pour les substances non cancérogènes, les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. On recherche les valeurs des doses ou concentrations de référence (VTR orale et VTR inhalation), qui correspondent à des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes pour l'homme,
 - pour les substances cancérogènes, il n'y a pas de niveau d'exposition sans risque, il y a ainsi danger dès la première dose d'exposition. On recherchera les valeurs des Excès de Risque Unitaire (ERU), qui font la relation entre le niveau d'exposition et le risque de développer l'effet cancérogène.

Pour chaque substance, le choix des VTR retenues pour les calculs de risque est basé sur une démarche proposée par la note d'information n°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 valeurs sont sélectionnées à partir des bases de données et selon l'ordre de priorité suivant :

- la valeur construite ou choisie par l'ANSES est retenue en priorité, quelle que soit sa date de parution/révision,
- à défaut, la valeur proposée par une expertise nationale est retenue, si elle a été réalisée après la parution de la dernière VTR parmi les autres bases de données :
 - les valeurs retenues par l'INERIS, telles que présentées sur le portail des substances chimiques, sont prises en compte (<https://substances.ineris.fr/fr/>),
 - les valeurs sélectionnées par l'INERIS pour les études sur les établissements sensibles sont considérées par précaution dans ce projet au regard de l'usage futur du site ouvert au public (« Mise à jour des choix de VTR dans le cadre de diagnostics de sols dans les établissements accueillant des enfants et des adolescents - 2018 (INERIS-DRC-18-173500-10929A) »)
 - les valeurs affichées comme étant issues d'un choix approfondi de l'INERIS dans le document sur les établissements sensibles sont prises en compte, même si ce choix ne figure pas sur le Portail des substances chimiques,
- dans le cas où aucune expertise collective nationale n'a été réalisée après la parution de la dernière VTR, la VTR la plus récente recensée par l'US-EPA, l'ATSDR et l'OMS est retenue,
- à défaut de valeur recensée par les bases de données précédentes, la valeur la plus récente recensée par Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA est retenue.

Les VTR provisoires ne sont pas sélectionnées. Les VTR issues d'une dérivation voie à voie ne sont pas retenues.

Pour les HAP, concernant les VTR sans seuil par ingestion :

- les VTR retenues sont issues de la VTR du benzo(a)pyrène revue en 2017 par l'USEPA, auxquelles ont été appliqués les Facteurs d'Equivalent Toxique attribués à chaque HAP, tel que présenté dans la démarche de l'expertise INERIS de 2003 (rapport Final 18 décembre 2003, INERIS-DRC-03-47026-ETSC-BD0-n°03DR177, Version 1-3."1). Ce choix correspond

aux VTR sélectionnées pour les établissements sensibles mais a été retenu dans toutes les situations, car jugé cohérent avec la démarche d'expertise de l'INERIS,

- l'ANSES retient une VTR pour la somme de 11 HAP exprimée en équivalent toxique benzo(a)pyrène, issue de son rapport d'expertise collective « *Etude de l'alimentation totale infantile Tome 2 – Partie 3 Composés organiques* » de 2016 : une dose de 5 ng/kg/j correspondant à un excès de risque de 10^{-6} est ainsi précisée. La VTR ingestion sans seuil est alors de $10^{-6}/(5 \cdot 10^{-6} \text{ mg/kg/j}) = 0,2 \text{ (mg/kg/j)}^{-1}$, moins pénalisante que la VTR de 1 (mg/kg/j)^{-1} que nous avons retenue pour le benzo(a)pyrène. Cette VTR n'a donc pas été considérée, les VTR individualisées des substances ont été privilégiées.

Pour les PCB il est à noter que :

- les VTR à seuil concernent la somme des 6 PCB n°28,52,101,138,153,180. Les analyses portent généralement sur 7 PCB (n°28,52,101,138,153,180 + 118),
- les VTR sans seuil concernent les PCB totaux. Les PCB totaux sont estimés selon les organismes entre Somme des 6 PCB x 2 (EFSA et AFFSET 2007 repris par ANSES 2016) et Somme des 6 PCB x 5 (norme NF EN12766-2 juillet 2002 « Produits pétroliers et huiles usagées – Détermination des PCB et produits connexes – Partie 2 : calcul de la teneur en polychlorobiphényles », projet d'amendement de la décision européenne 2000/538/CE),
- plusieurs VTR sans seuil – ingestion ont été fixées par l'USEPA en fonction des typologies de mélange de PCB, selon leurs risques et persistance :
 - 2 (mg/kg/j)^{-1} pour des PCB à risque et persistance élevés ; d'après l'USEPA cette VTR est à utiliser quelle que soit la voie d'exposition en cas d'exposition précoce (in utero ou dans l'enfance) et a été obtenue à l'aide des données des Aroclors 1260 et 1254,
 - $0.4 \text{ (mg/kg/j)}^{-1}$ pour des PCB à risque et persistance faibles ; d'après l'USEPA cette VTR est à utiliser en cas d'ingestion de congénères solubles dans l'eau, d'inhalation ou d'exposition cutanée ; elle a été obtenue à l'aide des données de l'Aroclor 1242,
 - $0.07 \text{ (mg/kg/j)}^{-1}$ pour des PCB à risque et persistance les plus bas ; d'après l'USEPA cette VTR est à utiliser en cas d'exposition à un mélange de PCB contenant moins de 0.5% de congénères à 4 chlores ou plus ; elle a été obtenue à l'aide des données de l'Aroclor 1016.En approche majorante, la valeur la plus pénalisante a été choisie : 2 (mg/kg/j)^{-1} ,
- aucune VTR sans seuil – inhalation n'est à retenir selon la circulaire de 2014 : les deux VTR proposées dans les bases de données (USEPA et OEHHA) sont en effet des dérivations des VTR ingestion, et la dérivation voie à voie étant hors sélection selon la circulaire.

L'ensemble des informations acquises en termes de toxicité des substances et les VTR sélectionnées est présenté dans le tableau suivant et dans les feuilles de calcul de risques en **annexe 6-3**.

PROPRIETES TOXICOLOGIQUES DES SUBSTANCES

SUBSTANCE	n° CAS	SOURCE	INHALATION							INGESTION						
			effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)				effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)			
			VTR Inhalation_cancéro (mg/m ³) ³⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR Inhalation_non cancéro (mg/m ³) ³	année révision ou construction	organe ou effet critique	VTR Ingestion_cancéro (mg/kg/j) ¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR Ingestion_non cancéro (mg/kg/j)	année révision ou construction	organe ou effet critique
COUPES HYDROCARBURES ALIPHATIQUES																
C10-C12 aliphatiques	nd	INERIS	nd				1 (1)	2018				nd				
		RIVM	nd				1	1999	systemes nepatique et hematologique developpement et reproduction			1000	0,1	1999		
		TPHCWG	nd				1	1997					0,1	1997		
C12-C16 aliphatiques	nd	INERIS	nd				1 (1)	2018				nd				
		RIVM	nd				1	1999	systemes nepatique et hematologique			1000	0,1	1999		
		TPHCWG	nd				1	1997					0,1	1997		
C16-C21 aliphatiques	nd	INERIS	nd				nd	2018				nd				
		RIVM	nd				nd	1999	systeme hepatique			100	2	1999		
		TPHCWG	nd				nd	1997					2	1997		
C21-C35 aliphatiques	nd	INERIS	nd				nd	2018				nd				
		RIVM	nd				nd	1999	systeme hepatique			100	2	1999		
		TPHCWG	nd				nd	1997					2	1997		
COUPES HYDROCARBURES AROMATIQUES																
C10-C12 aromatiques	nd	INERIS	nd				0,2 (1)	2018				nd				
		RIVM	nd			3000	0,2	1999	systemes nepatique et renal			100	0,04	1999		
		TPHCWG	nd				0,2	1997					0,04	1997		
C12-C16 aromatiques	nd	INERIS	nd				0,2 (1)	2018				nd				
		RIVM	nd			3000	0,2	1999	systemes nepatique et renal			100	0,04	1999		
		TPHCWG	nd				0,2	1997					0,04	1997		
C16-C21 aromatiques	nd	INERIS	nd				nd	2018				nd				
		RIVM	nd				nd	1999	systeme renal			1000	0,03	1999		
		TPHCWG	nd				nd	1997					0,03	1997		
C21-C35 aromatiques	nd	INERIS	nd				nd	2018				nd				
		RIVM	nd				nd	1999	systeme renal			1000	0,03	1999		
		TPHCWG	nd				nd	1997					0,03	1997		
BTEX																
xylènes (mélange d'isomères)	1330-20-7	ANSES	nd				0,2	2018	systeme neurologique			nd				
		INERIS	nd			1000	0,2 (1) 0,87 (2)	2018 (1,2)	developpement			nd				
		US EPA	nd			300	0,1	2003	Systeme nerveux (In			1000	0,2	2003	poids corporel	
		ATSDR	nd			300	0,2	2007	systeme neurologique			1000	0,2	2007	systeme neurologique	
		OMS	nd				nd					1000	0,179	2006	decreased body weight	
		Santé Canada	nd			1000	0,18 (p)	2010	developpement			100	1,5	2010	systemes renal et hepatique	
		RIVM	nd			1000	0,87	2001	developpement			1000	0,15	2001	rein	
OEHHA	nd			30	0,7	2003	systemes nerveux, respiratoire, vision					nd				
HAP																
naphtalène	91-20-3	ANSES	0,0056	2013	systeme olfactif (neuroblastomes de l'epithelium olfactif)	250	0,037	2013	systemes respiratoire et olfactif (lésions de l'epithelium respiratoire et olfactif)			nd				
		INERIS	0,0056 (2,3)	2018 (2) 2013 (3)	systeme olfactif (neuroblastomes de l'epithelium olfactif)		0,037 (2,3)	2018 (2) 2013 (3)	systemes respiratoire et olfactif (lésions de l'epithelium olfactif)			0,12 (1,2,3)	2018 (1,2) 2014 (3)	0,02 (1,2,3)	2018 (1,2) 2014 (3)	
		US EPA	nd			3000	0,003	1998	Nasal effects: hyper			3000	0,02	1998	Decreased mean ter	
		ATSDR	nd			300	0,0037	2005	Nasal effects					nd		
		OMS	nd				nd							nd		
		Santé Canada	nd				nd							0,02	2010	perte de poids
		RIVM	nd				nd							0,04	2001	
OEHHA	0,034	2009	Systeme nasal (augmentation de l'incidence des adénomes de l'epithelium nasal)	1000	0,009	2000	Systeme respiratoire			non disponible		0,04	2001			
acénaphène	83-32-9	ANSES	nd				nd					nd				
		INERIS	nd				nd					0,001 (1)	2018			
		US EPA	nd				nd					3000	0,06 (1,2)	2018		
		ATSDR	nd				nd					3000	0,06	1994	systeme hepatique	
		OMS	nd				nd						nd			
		Santé Canada	nd				nd						nd			
		RIVM	nd				nd					0,0002	2000	systemes hepatique et gastrique		
OEHHA	nd				nd						nd					

SUBSTANCE	n° CAS	SOURCE	effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)			effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)				
			VTR inhalation, cancéro (mg/m ³ -1)	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR inhalation, non cancéro (mg/m ³)	année révision ou construction	organe ou effet critique	VTR ingestion, cancéro (mg/kg/j) ⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR ingestion, non cancéro (mg/kg/j)	année révision ou construction	organe ou effet critique
acénaphthylène	208-96-8	ANSES	nd						nd				nd			
		INERIS	nd						0,001 (1)	2018			nd			
		US EPA	nd						nd	1991			nd			
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	nd						nd				nd			
		Santé Canada	nd						nd				nd			
		RIVM	nd						0,002	2000		systemes hépatique et gastrique		nd		
OEHHA	nd						nd					nd				
anthracène	120-12-7	ANSES	nd						nd				nd			
		INERIS	nd						0,01 (1)	2018			0,3 (1,2)	2018		
		US EPA	nd						nd			3000	0,3	1993	aucun effet observé	
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	nd						nd				nd			
		Santé Canada	nd						nd				nd			
		RIVM	nd						nd			non disponible	0,04	2000		
OEHHA	nd						nd				nd					
benzo(a)anthracène	56-55-3	ANSES	nd						nd				nd			
		INERIS	nd						0,1 (1)	2018			nd			
		US EPA	nd						nd				nd			
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	nd						nd				nd			
		Santé Canada	nd						nd				nd			
		RIVM	nd						0,02	2000		systemes hépatique et gastrique principalement tumeurs gastriques : papillomes et carcinomes à cellules		nd		
OEHHA	0,11	2009	tumeurs du tractus respiratoire supérieur (cavités voies respiratoires (tumeurs du tractus respiratoire)				nd					nd				
benzo(a)pyrène	50-32-8	ANSES	1,1	2010					nd				nd			
		INERIS	nd						1 (1)	2018			0,0003 (1)	2018		
		US EPA	0,6	2017	systeme gastrointestinal et	3000	2,00E-06	2017	développement	1	2017	systeme gastrointestinal	300	0,0003	2017	systeme neurologique
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	87	2000	poumons				nd				nd			
		Santé Canada	0,031	2010	voies respiratoires (système nasal)				nd		2,3	2010	tumeurs gastriques systèmes hépatique et gastrique	nd		
		RIVM	nd						nd		0,2	2000	tumeurs gastriques : papillomes et	nd		
OEHHA	1,1	2009	voies respiratoires (tumeurs du tractus respiratoire)				nd		12	2009	tumeurs gastriques : papillomes et	nd				
benzo(b)fluoranthène	205-99-2	ANSES	nd						nd				nd			
		INERIS	nd						0,1 (1)	2018			nd			
		US EPA	nd						nd				nd			
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	nd						nd				nd			
		Santé Canada	nd						nd				nd			
		RIVM	nd						0,02	2000		systemes hépatique et gastrique		nd		
OEHHA	0,11	2009	tumeurs du tractus respiratoire				nd		1,2	2009	tumeurs gastriques : papillomes et	nd				
benzo(ghi)pérylène	191-24-2	ANSES	nd						nd				nd			
		INERIS	0,011 (3)	2011						0,01 (1) 0,002 (3)	2018 (1) 2011 (3)		0,03 (1,2,3)	2018 (1,2) 2011 (3)		
		US EPA	nd						nd				nd			
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	nd						nd				nd			
		Santé Canada	nd						nd				nd			
		RIVM	nd						nd			non disponible	0,03	2001		
OEHHA	nd						nd				nd					
benzo(k)fluoranthène	207-08-9	ANSES	nd						nd				nd			
		INERIS	nd						0,1 (1)	2018			nd			
		US EPA	nd						nd				nd			
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	nd						nd				nd			
		Santé Canada	nd						nd				nd			
		RIVM	nd						0,02	2000		systemes hépatique et gastrique		nd		
OEHHA	0,11	2009	tumeurs du tractus respiratoire				nd		1,2	2009	tumeurs gastriques : papillomes et	nd				
chrysène	218-01-9	ANSES	nd						nd				nd			
		INERIS	0,011 (3)	2011	tumeurs du tractus respiratoire supérieur (cavités)					0,01 (1) 0,002 (3)	2018 (1) 2011 (3)		nd			
		US EPA	nd						nd				nd			
		ATSDR	nd						nd				nd			
		OMS	nd						nd				nd			
		Santé Canada	nd						nd				nd			
		RIVM	nd						0,002	2000		systemes hépatique et gastrique		nd		
OEHHA	0,011	2009	tumeurs du tractus respiratoire				nd		0,12	2009	tumeurs gastriques : papillomes et	nd				

SUBSTANCE	n° CAS	SOURCE	effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)			effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)			
			VTR inhalation_cancéro (mg/m ³) ⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR inhalation_non cancéro (mg/m ³)	année révision ou construction	organe ou effet critique	VTR ingestion_cancéro (mg/kg/j) ⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR ingestion_non cancéro (mg/kg/j)	année révision ou construction
dibenz(ah)anthracène	53-70-3	ANSES	nd				nd			nd			nd		
		INERIS	nd				nd			1 (1)	2018		nd		
		US EPA	nd				nd			nd			nd		
		ATSDR	nd				nd			nd			nd		
		OMS	nd				nd			nd			nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd			nd		
		RIVM	nd				nd			0,2	2000	systemes neapatique et gastrique	nd		
OEHHA	1,2	2009	carcinome alvéolaire du		nd			4,1	2009	carcinome alvéolaire du poumon	nd				
fluoranthène	206-44-0	ANSES	nd				nd			nd			nd		
		INERIS	nd				nd			0,001 (1)	2018		0,04 (1,2)	2018	
		US EPA	nd				nd			nd		3000	0,04	1993	Nephropathy, increa
		ATSDR	nd				nd			nd			nd		
		OMS	nd				nd			nd			nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd			nd		
		RIVM	nd				nd			0,002	2000	systemes hepatique et gastrique	nd		
OEHHA	nd				nd			nd			nd				
fluorène	86-73-7	ANSES	nd				nd			nd			nd		
		INERIS	nd				nd			0,001 (1)	2018		0,04 (1,2)	2018	
		US EPA	nd				nd			nd		3000	0,04	1990	Decreased RBC, pa
		ATSDR	nd				nd			nd			nd		
		OMS	nd				nd			nd			nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd			nd		
		RIVM	nd				nd			nd		non disponible	0,04	2000	
OEHHA	nd				nd			nd			nd				
indéno(123-cd)pyrène	193-39-5	ANSES	nd				nd			nd			nd		
		INERIS	nd				nd			0,1 (1)	2018		nd		
		US EPA	nd				nd			nd			nd		
		ATSDR	nd				nd			nd			nd		
		OMS	nd				nd			nd			nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd			nd		
		RIVM	nd				nd			0,02	2000	systemes hepatique et gastrique	nd		
OEHHA	0,11	2009	tumeurs du tractus respiratoire		nd			1,2	2009	tumeurs gastriques : papillomes et	nd				
phénanthrène	85-01-8	ANSES	nd				nd			nd			nd		
		INERIS	nd				nd			0,001 (1)	2018		0,04 (1,2)	2018	
		US EPA	nd				nd			nd			nd		
		ATSDR	nd				nd			nd			nd		
		OMS	nd				nd			nd			nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd			nd		
		RIVM	nd				nd			nd		non disponible	0,04	2000	
OEHHA	nd				nd			nd			nd				
pyrène	129-00-0	ANSES	nd				nd			nd			nd		
		INERIS	nd				nd			0,001 (1)	2018		0,03 (1,2)	2018	
		US EPA	nd				nd			nd		3000	0,03	1993	Kidney effects (rena
		ATSDR	nd				nd			nd			nd		
		OMS	nd				nd			nd			nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd			0,03	2010	néphrotoxique
		RIVM	nd				nd			0,0002	2000	systemes neapatique et gastrique	nd		
OEHHA	nd				nd			nd			nd				

SUBSTANCE	n° CAS	SOURCE	effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)				effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)				
			VTR inhalation, cancéro (mg/m ³) ⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR inhalation, non cancéro (mg/m ³)	année révision ou construction	organe ou effet critique	VTR ingestion, cancéro (mg/kg/j) ⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR ingestion, non cancéro (mg/kg/j)	année révision ou construction	organe ou effet critique	
METAUX																	
arsenic	7440-38-2	ANSES	0,15	2015			nd			nd				nd			
		INERIS	4,3 (3)	2010	poumon	extrapolation	1,5E-05 (3)	2010	diminution des capacités intellectuelles et	1,8 (1) 1,5 (2,3)	2018 (1,2) 2010 (3)	cancer cutané	5	4,5E-04 (1,2,3)	2018 (1,2) 2010 (3)	lésions cutanées	
		US EPA	4,3	1998	poumon		nd			1,5	1998	cancer cutané	3	3E-04	1993	Hyperpigmentation, dermal	
		ATSDR	nd				nd			nd			3	3E-04	2007		
		OMS	nd				nd			nd				nd			
		Santé Canada	6,4	2010	poumon		nd			1,8	2010	vessie, poumon, foie		nd			
		RIVM	nd				10	1E-03	2001		nd			2	1E-03	2001	Hyperpigmentation, dermal
OEHHA	3,3	2009	poumon	extrapolation		1,5E-05	2008	diminution des capacités intellectuelles et	1,5	2009	cancer de la peau	30	3,5E-06	2008	diminution des capacités intellectuelles et		
cadmium	7440-43-9	ANSES	fixation d'une VTR à seuil	2012	poumon	-	3E-04 (effet cancérogène) 4,5E-04 (effet toxique)	2012	Poumon (effet cancérogène) - Rein (effet toxique)	nd				3,57E-04	2016		
		INERIS	nd				3E-04 (effet cancérogène) 4,5E-04 (effet toxique) (3)	2012	Poumon (effet cancérogène) - Rein (effet toxique)	nd				3,6E-04 (1,2,3)	2018 (1,2) 2013 (3)		
		US EPA	1,8	1992	Lung, trachea, bronchus cancer death		nd			nd			10	eau 0,0005 nourriture 0,001	1994	rein	
		ATSDR	nd				9	1E-05	2012	renal	nd		3	0,0001	2012	rein	
		OMS	nd				1	5E-06	2000	renal	nd		-	0,025(p)	2011	rein	
		Santé Canada	9,8	2010	poumon		nd			nd			-	0,001(p)	2010	rein	
		RIVM	nd					nd			nd		2	0,0005	2001	rein	
OEHHA	4,2	2009	poumon		30	2E-05	2000	systeme respiratoire et rein	nd			10	0,0005	2003	rein		
chrome total		ANSES	nd				nd			nd				nd			
		INERIS	nd				nd			nd				nd			
		US EPA	nd				nd			nd				nd			
		ATSDR	nd				nd			nd				nd			
		OMS	nd				nd			nd				nd			
		Santé Canada	11	2010			nd			nd			nd	1E-03	2010	systèmes hépatique	
		RIVM	nd				nd			nd				nd			
OEHHA	nd				nd			nd				nd					
cuivre	7440-50-8	ANSES	nd				nd			nd				nd			
		INERIS	nd				nd			nd			30	0,14 (1,2)	2018		
		US EPA	nd				nd			nd				nd			
		ATSDR	nd				nd			nd				nd			
		OMS	nd				nd			nd			-	0,5(p)	2006		
		Santé Canada	nd				nd			nd				0,091 à 0,141 selon l'âge	2010	système hépatique et	
		RIVM	nd				600	0,001	2001	poumon, système immunitaire	nd		30	0,14	2001	- ingestion : foie (et s	
OEHHA	nd				nd			nd				nd					
mercure élémentaire	7439-97-6	ANSES	nd				nd			nd				nd			
		INERIS	nd				300	3E-05 (1,2,3)	2018 (1,2) 2014 (3)	nd				nd			
		US EPA	nd				30	3E-04	1995	nervous system, kidney, hand tremor, development, increases in neurologique	nd			nd			
		ATSDR	nd				30	2E-04	1999	neurologique	nd			nd			
		OMS	nd				30	2E-04	2003	neurologique	nd			nd			
		santé canada	nd				nd			nd				nd			
		RIVM	nd				30	2E-04	2001	neurologique	nd			nd			
OEHHA	nd				300	3E-05	2008	Nervous system, kidney	nd			nd					
Nickel et composés (composés solubles : chlorure, sulfate, nitrate, acétate)	7440-02-0 7718-54-9 7786-81-4 13138-45-9 373-02-4	ANSES	0,17	2015			2,3E-04	2015		nd				2,8E-03	2016		
		INERIS	0,26 (3)	2017			9E-05 (3)	2017		nd				2,8E-03 (1,2,3)	2018 (1,2) 2017 (3)		
		US EPA	0,24	1987	poumon		nd			nd			300	0,02	1996		
		ATSDR	nd				30	9E-05	2005		nd			nd	2005		
		OMS	0,38	2000			nd			nd			non disponible	0,012	2006		
		Santé Canada	1,3 à 0,71	2010			1000	3,5E-6 (sulfate) 1,8E-5 (Ni métal)	2010		nd			100	0,011	2010	
		RIVM	nd				100	5E-05	2001		nd			100	0,05	2001	
OEHHA	0,26	2011	poumon		100	1,4E-05	2012		nd			100	0,011	2012	Perinatal mortality in		

SUBSTANCE	n° CAS	SOURCE	effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)			effets sans seuils (CANCÉRIGÈNES)			effets avec seuils (NON CANCÉRIGÈNES)				
			VTR inhalation_cancéro (mg/m ³) ⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR inhalation_non cancéro (mg/m ³)	année révision ou construction	organe ou effet critique	VTR ingestion_cancéro (mg/kg/j) ⁻¹	année révision ou construction	organe ou effet critique	facteur d'incertitude	VTR ingestion_non cancéro (mg/kg/j)	année révision ou construction	organe ou effet critique
plomb	7439-92-1	ANSES	nd				Adulte : 9E-4 pour plombémie 15µg/l, en considérant l'apport uniquement par inhalation Enfant : calcul à faire selon modèle IEUBK	2013						6,3E-4 pour plombémie 15 µg/l, adulte et enfant, en considérant un apport oral uniquement	2013	
		INERIS	0,012 (3)	2013	rein		plombémie 15 µg/l	2013		8,5E-3 (1,2,3)	2018 (1,2) 2013 (3)	reins		5E-04 (1) plombémie 15µg/l (3)	2018 (1) 2013 (3)	
		US EPA	nd				nd			nd				nd		
		ATSDR	nd				nd			nd				nd		
		OMS	nd				nd			nd				nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd				nd		
		RIVM	nd				nd			nd			non disponible	3,6E-03	2001	système nerveux ce
OEHHA	0,012	1997	rein		nd			8,50E-03	2011	reins		nd				
zinc et composés	7440-66-6	ANSES	nd				nd						nd			
		INERIS	nd				nd						0,3 (1,2)	2018		
		US EPA	nd				nd					3	0,3	2005		
		ATSDR	nd				nd					3	0,3	2005		
		OMS	nd				nd						nd			
		Santé Canada	nd				nd							0,49 à 0,6 selon l'âge	2010	
		RIVM	nd				nd					2	0,5	2001		
OEHHA	nd				nd			nd				nd				
PCB																
PCB	1336-36-3	ANSES	nd				nd							1E-05 pour somme 6 PCB (n°28,52,101,138,153,180)	2016	
		INERIS	nd				5E-04 (1,2) pour somme 6 PCB (n°28,52,101,138,153,180)	2018		0,07 /0,4 /2 en fonction du type de PCB (1,2)	2018			1E-05 (1,2) pour somme 6 PCB (n°28,52,101,138,153,180)	2018	
		US EPA	0,1 mais extrapolation de la VTR orale => non retenue	1997	système hépatique		nd			0,07 /0,4 /2 en fonction du type de PCB	1997			nd		
		ATSDR	nd				nd			nd				nd		
		OMS	nd				nd			nd				nd		
		Santé Canada	nd				nd			nd			100	1,30E-04	2010	
		RIVM	nd				non disponible	5E-04 pour somme 7 PCB (n°28,52,101,118,138,153,180)	2001		nd		non disponible	1E-05 pour somme 7 PCB (n°28,52,101,118,138,153,180)	2001	
OEHHA	0,57 mais extrapolation de la VTR orale => non retenue	2009				nd			2	2009		nd				
LEGENDE																
nd	non déterminé : pas de valeur dans la base de données ou substance absente de la base de données															
0,6	valeur sélectionnée par la méthode spécifiée dans la Note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 et la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués d'avril 2017															
0,001 (p)	Valeur provisoire															
Bases de données INERIS	(1) VTR retenue pour les établissements sensibles : "Mise à jour des choix de VTR dans le cadre de diagnostics de sols dans les établissements accueillant des enfants et des adolescents", 2018, INERIS-DRC-18-173500-10929A (2) Choix approfondi de l'INERIS présenté dans le document sur les VTR établissements sensibles (1) (3) VTR retenue par l'INERIS présenté sur le portail des substances chimiques de l'INERIS - 2019 (ou par défaut dans le document INERIS-DRC-17-163632-11568A) Les valeurs (2) et (3) sont considérées comme expertises nationales; les valeurs (1) sont prises en considération dans le cas d'un usage de type établissement sensible															

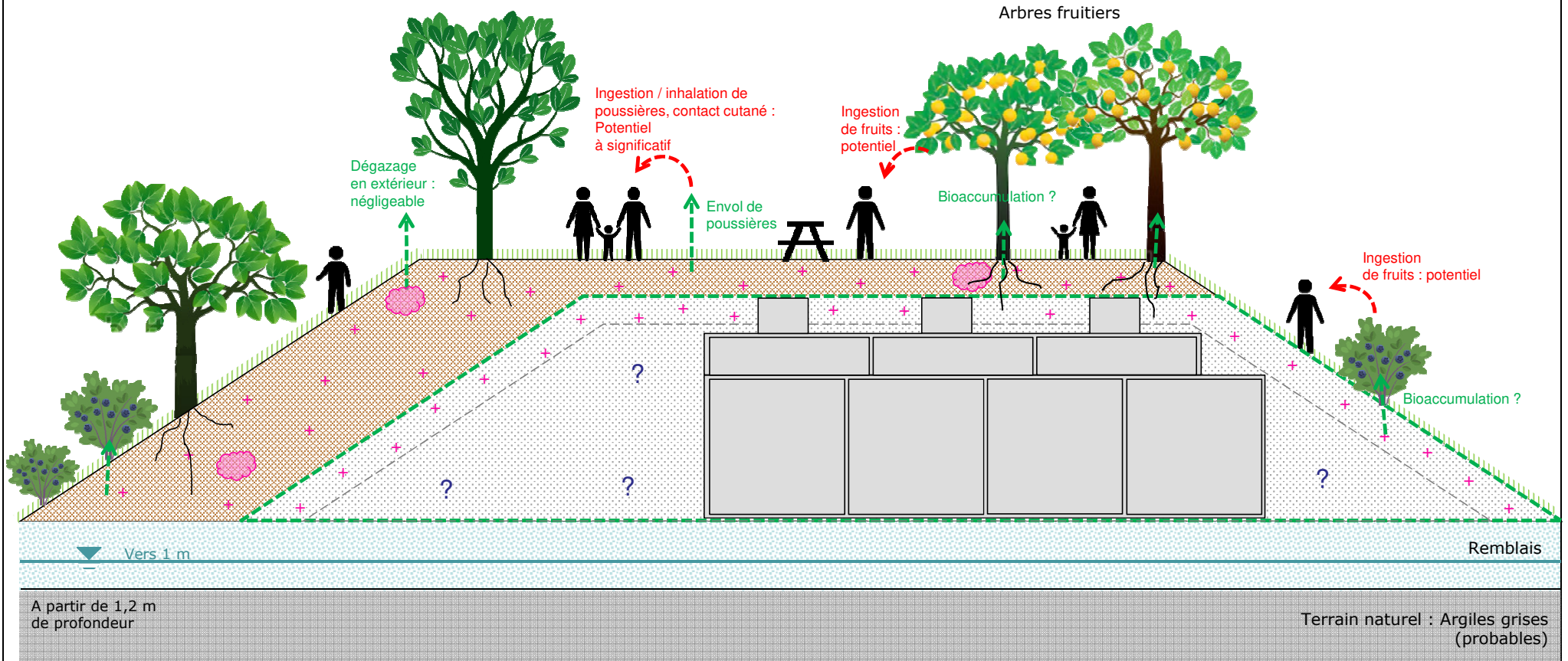
ANNEXE 5-2 : SCHEMA CONCEPTUEL AVANT MESURES DE GESTION

Réhausse et agrandissement du Merlon Mean Penhoët sans mesure particulière sur les terres d'apport issues de la PTF

SO

NE

Pour un usage identique à ceux actuellement constatés : lieu de promenade et cueillette de fruits en saison



Merlon actuel Mean-Penhoët : bunkers recouverts de matériaux (remblais) sableux en surface

? Pas d'information en profondeur sur la nature et la qualité des remblais du merlon

Remblais sableux en surface, constituant le merlon actuel, recouvrant les bunkers

Pollution ponctuelle en HC, HAP, PCB (> critères ISDI)

Matériaux pour réhausse : terres excavées issues des travaux du bd des Apprentis

Voie de transfert potentielle

Pollution diffuse et importante en métaux – état constaté en surface

Voie d'exposition potentielle



Schéma conceptuel pour la réutilisation des terres excavées **SANS mesures de gestion**

Annexe 5-2

CARENE – Merlon Mean-Penhoët – St Nazaire (44)

Dossier : B7 17 006 0

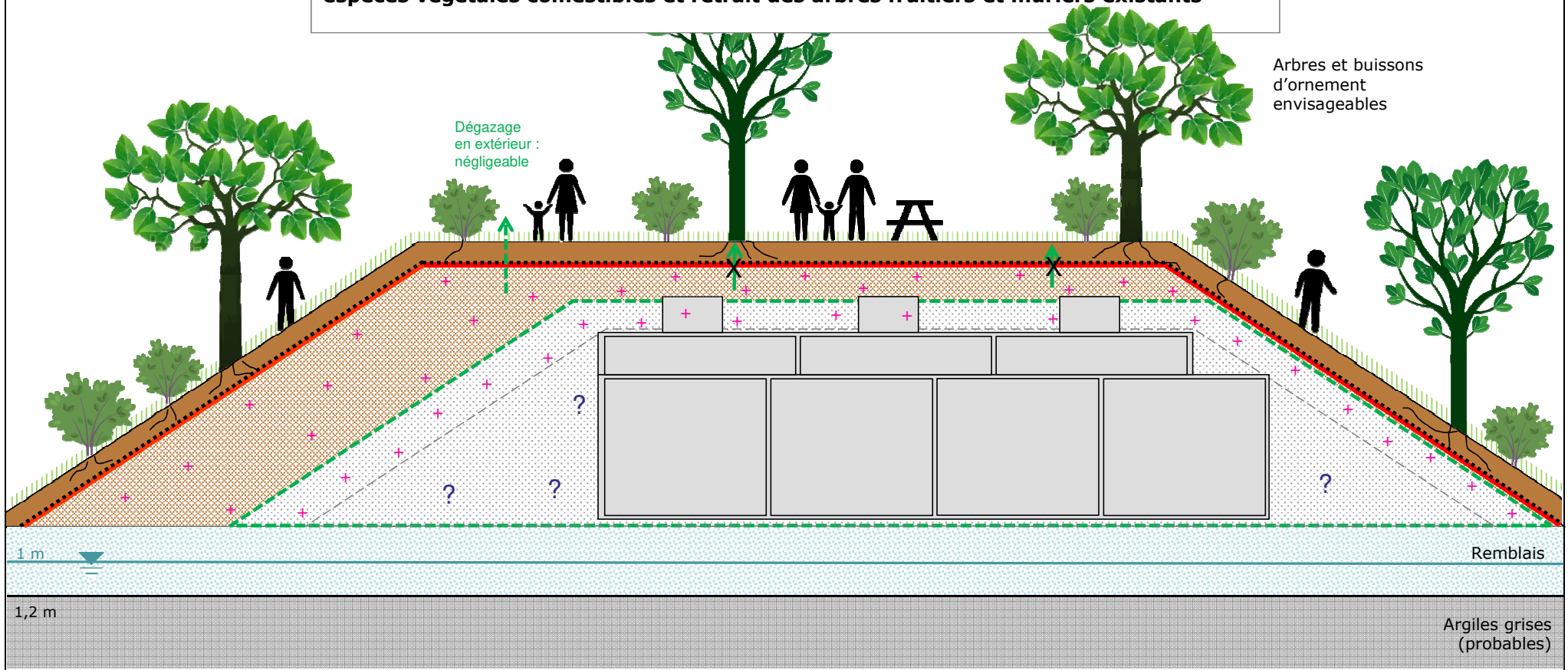
128/161

ANNEXE 5-3 : SCHEMA CONCEPTUEL APRES MESURES DE GESTION

SO
←

NE
→

Rehausse et agrandissement du Merlon Mean Penhoët avec mesures de gestion sur:
 - le choix des matériaux (seuils pour réemploi des terres issues du bd des Apprentis),
 - L'apport de terre végétale saine pour recouvrement > 0,3 m,
 - Des restrictions d'usage : lieu de promenade, belvédère, interdiction de planter des espèces végétales comestibles et retrait des arbres fruitiers et muriers existants



Arbres et buissons d'ornement envisageables

Dégazage en extérieur : négligeable

- Apport de terre végétale saine > 0,30 m d'épaisseur
- Remblais sableux en surface, constituant le merlon actuel, recouvrant les bunkers
- Matériaux pour réhausse : terres excavées issues des travaux du bd des Apprentis
- Pollution diffuse et importante en métaux
- Merlon actuel Mean-Penhoët : bunkers recouverts de matériaux (remblais) sableux en surface
- Pas d'information en profondeur sur la nature et la qualité des remblais
- Grillage avertisseur
- Matériaux > seuils choisis – non réutilisés sur le merlon
- Voies de transfert résiduelles négligeables ou non pertinentes



Schéma conceptuel pour la réutilisation des terres excavées APRES mesures de gestion

Annexe 5-3

CARENE – Merlon Mean-Penhoët – St Nazaire (44)

Dossier : B7 17 006 0
130/161

Annexe 6

ETUDE QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES SANS MESURE DE GESTION

ANNEXE 6-1 : EQRS

XIII. ETUDE QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES (EQRS)

Cette étude est réalisée en conformité avec la méthodologie relative aux sites et sols pollués (note ministérielle du 19 avril 2017 et guides associés) et se décompose en plusieurs étapes :

- **scénarios d'exposition** à prendre en compte,
- **évaluation des dangers** : étude des caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances présentes dans les milieux,
- **évaluation de la qualité des milieux** potentiellement impactés par la qualité du sous-sol du site et comparaison avec les valeurs de référence :
 - les concentrations dans chaque milieu d'exposition potentiel sont déterminées soit par mesures directes (méthode recommandée), soit par des estimations via des modèles de transfert,
 - les teneurs estimées ou mesurées dans les milieux d'exposition sont comparées aux valeurs de référence existantes pour le milieu concerné : valeurs réglementaires et/ou de bruit de fond,
- **évaluation quantitative des risques sanitaires** : calcul des indices de risques et comparaison aux limites de compatibilité fixées par le ministère en charge de l'environnement.

XIII.1 Scénarios retenus pour l'EQRS

Le schéma conceptuel établi après mesures de gestion (cf. chapitre X) ne met pas en évidence de risques potentiels sur site ni hors site, sous réserve d'appliquer les mesures de gestion suivantes :

- la mise en place d'un recouvrement de ces remblais par un apport d'au moins 0,30 m de terre végétale saine, avec dispositif de grillage avertisseur pour distinguer les remblais sous-jacent,
- l'interdiction de planter des espèces végétales comestibles.

Toutefois, **du fait du contexte considéré sensible du projet de réaménagement du merlon Mean-Penhoët, dont les sols de surface sont déjà identifiés comme impactés par des métaux** et pour lequel la CARENE souhaite utiliser les terres issues des travaux du boulevard des Apprentis, également impactées en métaux et dans une moindre mesure en composés organiques, en rehausse sur le merlon, **SUEZ Remediation propose d'étudier le scénario suivant d'usage de promenade dans le cadre du réemploi de terres tel que proposé au scénario 1 :**

- Sur site :
 - à l'exposition des usagers adultes et enfants par ingestion accidentelle de sols, contact cutané, inhalation de poussières,
 - A l'ingestion de fruits en cas de plantation d'espèces comestibles sur les terres excavées qui seraient mises en place, ou en cas de maintien des arbres fruitiers et muriers en place (étude en cours sur la gestion des arbres fruitiers et muriers actuels).

Le scénario correspondant à l'inhalation de substances volatiles issues du dégazage des sols dans l'air extérieur, considéré négligeable avec ou sans recouvrement des sols de surface, sera également étudié par précaution.

Les voies d'exposition suivantes ne sont pas retenues :

- sur site :
 - Voies liées à l'utilisation des eaux souterraines, car l'hypothèse d'absence de captages sur site a été considérée, ce qui est cohérent avec ce type de projet,
- Hors site :
 - Exposition des usagers adultes et enfants par inhalation de poussières issues du site, car cette voie est prise en compte au droit du site ce qui est plus pénalisant, les résultats de l'ARR obtenus pour ce scénario sur site pourront être extrapolés au hors site.

XIII.2 Évaluation des dangers

L'évaluation du potentiel dangereux des substances consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Pour les évaluer, il est nécessaire de connaître :

- son comportement dans l'environnement, qui est déterminé par ses caractéristiques physico-chimiques (mobilité, solubilité, volatilité...),
- ses effets sur la santé, qui consistent à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme, et de définir les valeurs de référence qui représentent la limite entre risque acceptable et risque inacceptable.

La recherche de ces différents paramètres a été effectuée au stade du schéma conceptuel sur les substances qui ont été détectées au droit du site par consultation de bases de données nationales et internationales.

La démarche suivie pour sélectionner les paramètres, les bases de données utilisées et les valeurs des paramètres sont précisées en **annexe 6-2**.

XIII.3 Évaluation de la qualité des milieux d'exposition

XIII.3.1 Objectifs

Au regard des scénarios retenus, les milieux d'exposition dont la qualité est à évaluer sont les suivants :

- Usage de promenade par des adultes et des enfants :
 - ingestion accidentelle de sol, contact cutané de sol ;
 - inhalation de composés volatils issus des sols dans l'air ambiant extérieur,
 - inhalation de poussières dans l'air ambiant extérieur ;
 - ingestion d'aliments autoproduits (étude de la possibilité d'arbres fruitiers sur le merlon) en saison.

L'objectif de cette étape est de déterminer la qualité de ces milieux d'exposition.

Des analyses ont été réalisées directement dans les milieux d'exposition (terres excavées correspondant aux futurs sols de surface du merlon en cas d'absence de recouvrement).

Concernant l'air ambiant, une modélisation est nécessaire depuis les sols pour déterminer la qualité de l'air ambiant extérieur (poussières).

La qualité des futurs aliments autoproduits (prunes, mûres, pommes...) est, dans un premier temps, estimée à partir des teneurs dans les sols et de facteurs de bioconcentration issus de la bibliographie. En fonction des résultats avec cette approche, la nécessité ou non de confirmer ces estimations par la réalisation de prélèvements et analyses sur les fruits poussant actuellement sur le merlon sera décidée.

A ce sujet, une étude est actuellement en cours par la CARENE et des analyses sur les fruits sont envisagés pour l'été 2019.

XIII.3.2 Outils et paramètres utilisés

Dans le cas de l'air ambiant en extérieur, des poussières, des végétaux, en l'absence de mesures directes, les concentrations ont été estimées via des modèles de transfert, à partir des teneurs mesurées dans les futurs sols de surface (résultats sur les terres excavées).

Les outils utilisés pour modéliser la qualité des différents milieux sont les suivants :

○ Air ambiant extérieur

Pour estimer les concentrations dans l'air ambiant extérieur depuis les sols : modèle utilisé par CSOIL et RISC, basé sur les équations de Millington and Quirk et de l'équation de Fick, avec calcul de la dilution par le vent dans une boîte de taille fixée (« box model »).

○ Envol de poussières

Les teneurs des substances dans les poussières de l'air provenant de l'envol des sols superficiels non recouvert sont calculées à l'aide de l'équation suivante, issue de l'US EPA :

$$C_{air} = C_{sol} / PEF$$

C_{air} = Concentration dans l'air (poussières) – mg/m³

C_{sol} : Concentration dans le sol - mg/kg

PEF : facteur d'émission de poussières – m³/kg

La concentration dans les poussières de l'air est dérivée de la concentration dans les sols et d'un facteur d'émission de poussières provenant des sols, par le vent.

Nous avons pris en compte la valeur du PEF de l'US EPA établie pour des conditions conservatoires adaptées aux conditions du site. La valeur prise en compte est de 1,32.10⁹ m³/kg.

○ Qualité des végétaux auto-produits

Les teneurs des substances dans les végétaux comestibles qui seraient plantés sur le site sont estimées en utilisant les facteurs de bioconcentration BCF. Ce facteur correspond à la proportion de substance mobilisable dans les sols et stockée dans les tissus au cours du développement des végétaux dans ces mêmes sols :

$$C_{plante} = C_{sol} \cdot BCF_{plante}$$

C_{plante} : concentration de la substance dans la plante en mg_substance /kg_plante fraîche

C_{sol} : concentration de la substance dans les sols en mg/kg MS

BCF plante : facteur de bioconcentration propre à chaque substance en (mg/kg de plante fraîche) / (mg/kg de sol).

Les BCF associés à chaque substance retenue ont été recherchés dans la base de données RAIS (Risk Assessment Information System). Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Une discussion sur les valeurs de BCF et la bioaccumulation est présentée dans le chapitre relatif à l'analyse des incertitudes.

Tableau 22 : BCF (mg/kg de plante fraîche) / (mg/kg de sol)

Substances	Facteur de bioconcentration BCF (matière fraîche) Base de données RAIS
COUPES HYDROCARBURES ALIPHATIQUES	
C10-C12 aliphatiques	0,002
C12-C16 aliphatiques	0,002
C16-C21 aliphatiques	0,002
C21-C35 aliphatiques	0,002
COUPES HYDROCARBURES AROMATIQUES	
C10-C12 aromatiques	0,065
C12-C16 aromatiques	0,065
C16-C21 aromatiques	0,008
C21-C35 aromatiques	0,008
METAUX	
arsenic	0,010
cadmium	0,138
chrome	0,002
cuivre	0,100
mercure	0,225
nickel	0,015
plomb	0,011
zinc	0,375
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES	
acénaphène	0,041
acénaphylène	0,040
anthracène	0,020
benzo(a)anthracène	0,004
benzo(a)pyrène	0,002
benzo(b)fluoranthène	0,003
benzo(ghi)pérylène	0,001
benzo(k)fluoranthène	0,002
chrysène	0,003
dibenzo(ah)anthracène	0,001
fluoranthène	0,008
fluorène	0,029
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,001
naphtalène	0,094
phénanthrène	0,020
pyrène	0,011
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)	
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180)	0,0006
PCB totaux : Somme des 6 x 5	0,0006

XIII.3.3 Substances et concentrations retenues

La sélection des substances à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires se fait selon plusieurs critères liés :

- à la présence constatée de la substance sur le site, si elle est représentative d'une contamination,
- à la relation dose-effet attribuable à la substance, et à l'existence même d'une relation dose-effet dans la littérature,
- à l'existence d'une valeur réglementaire dans les milieux d'exposition,
- au comportement de la substance dans l'environnement : les substances ayant le plus de facilité, de par leurs caractéristiques physico-chimiques, à migrer ou s'accumuler dans les milieux d'exposition seront prises en compte.

D'une manière générale, dans chaque milieu, toutes les substances détectées, significatives d'une anomalie et possédant une valeur de référence et/ou une VTR ingestion et/ou inhalation ont été retenues.

Lorsque plusieurs points de mesures ont été effectués, les concentrations maximales ont été retenues.

À noter :

Le scénario 1 étudié de réemploi des terres comprend trois sous-scénarios suivant l'application ou non de seuils à appliquer aux terres excavées pour valider la possibilité de réemploi.

Il a été fait le choix de retenir :

- **Les concentrations maximales en polluants correspondant au scénario 1A (réemploi des terres excavées sans seuil)**, pour lequel il n'est pas prévu de seuils de réemploi. En effet, si les modélisations aboutissent à l'absence de risque sanitaire pour ce scénario, alors cela sera également vrai pour les 2 autres scénarios de réemploi avec des seuils.

De plus :

- pour les métaux : seules les concentrations supérieures aux valeurs de bruit de fond^{##} géochimique ont été retenues – ici c'est le cas pour les 8 métaux analysés,
- pour les hydrocarbures : les analyses réalisées ne peuvent pas être utilisées directement pour les calculs de risque. En effet, les propriétés physico-chimiques et toxicologiques varient en fonction du nombre de carbone (les analyses permettent cette distinction) mais aussi en fonction de la forme chimique des hydrocarbures : aliphatiques ou aromatiques. Les analyses réalisées pour le site étudié ne permettent pas cette distinction. Au droit de la zone d'étude, dans une démarche majorante, il a été considéré que les fractions présentes étaient 100 % aromatiques (fractions les plus toxiques).

Pour les PCB, les teneurs prises en compte pour les calculs de risque sont les suivantes :

- somme des 6 PCB (n°28,52,101,138,153,180) pour évaluer les risques à seuil (calcul des QD) : les VTR à seuil se rapportent en effet à la somme de ces 6 PCB,
- somme des 6 PCB x 5 (somme (n°28,52,101,138,153,180) x 5) pour évaluer les risques sans seuil (calcul des ERI) : les VTR sans seuil se rapportent en effet aux PCB totaux. Et les PCB totaux sont estimés selon les organismes entre Somme des 6 PCB x 2 (EFSA et AFFSET 2007 repris par ANSES 2016) et Somme des 6 PCB x 5 (norme NF EN12766-2 juillet 2002 « Produits pétroliers et huiles usagées – Détermination des PCB et produits connexes – Partie 2 : calcul de la teneur en polychlorobiphényles », projet d'amendement de la décision européenne 2000/538/CE). En approche conservatoire le facteur 5 a été choisi.

Spécifiquement pour le mercure pour le scénario par inhalation : les teneurs prises en compte pour les modélisations de dégazage correspondent à 10% des teneurs mesurées. Il est en effet considéré que seul 10% du mercure quantifié dans les sols est potentiellement sous forme volatile. Cette approche est cohérente avec les données de la littérature :

- Selon le BGRM (« Le mercure et ses composés, comportement dans les sols, les eaux et les boues de sédiment », BRGM/RP-51890-FR, juin 2003), le mercure est principalement adsorbé dans la fraction solide fine du sol, lié à des particules organiques ou avec des minéraux (argiles et hydroxydes de fer notamment). Seule une très faible proportion se répartit dans les phases aqueuses et gazeuses du sol.
- Le mercure gazeux se trouve principalement sous forme de mercure élémentaire (Hg⁰) et en plus faible quantité sous forme de diméthylmercure (Hg organique). Les composés inorganiques (HgII) sont très peu volatiles,
- D'après l'US-EPA (US-EPA, Mercury Study Report to Congress, Fate and Transport Mercury in the Environment, Volume 3, EPA452/R97005, December 1997), 1 à 3% du mercure quantifié est présent sous forme de méthylmercure, une faible fraction est présente sous sa forme élémentaire (Hg⁰), et 97 à 99% est présent sous forme de mercure inorganique divalent (HgII) complexé à la matière organique donc non à très peu volatil,

^{##} Gamme de valeurs couramment observées dans les sols « ordinaires » - programme ASPITET – INRA Orléans

- D'après L'ATSDR (ATSDR, Toxicological Profile for Mercury, March 1999, p 429 (Source : Revis et al. 1989, 1990)), dans des sols ayant subi un déversement accidentel de nitrate de mercure, 6 à 9 % du mercure total est sous forme de mercure élémentaire (Hg⁰), 0,02% sous forme de mercure organique et 85–88% de mercure est sous forme inorganique (Hg^{II}) donc non à très peu volatile.

S'agissant de teneurs en polluants dans des terres excavées dont les modalités de réemploi ne sont pas définies précisément, il n'a pas été fait de distinction par rapport à la profondeur future de mise en place de ces terres par rapport à la surface du futur merlon, quel que soit le risque étudié (ingestion, inhalation, bioaccumulation...).

Les substances et concentrations retenues dans le cadre de cette évaluation de risques sanitaires sont présentées dans les tableaux suivants.

Tableau 23 : Substances et concentrations retenues

Substances	Teneurs sélectionnées dans les sols (mg/kg)	Origine de la valeur
COUPES HYDROCARBURES AROMATIQUES		
C10-C12 aromatiques	2,17E+01	Hypothèse majorante : max des teneurs en HC sur stock terres excavées réparties à 100% sur les coupes aromatiques - pour les voies d'exposition par inhalation la répartition des HC C10-C16 a été faite en quart sur les coupes aliphatiques/aromatiques
C12-C16 aromatiques	2,17E+01	
C16-C21 aromatiques	1,83E+02	
C21-C35 aromatiques	4,73E+02	
METAUX		
arsenic	75	max des teneurs sur terres excavées
cadmium	4,32	
chrome	122	
cuivre	3340	
mercure	14,2	
nickel	98,9	
plomb	1270	
zinc	2560	
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES		
acénaphène	9,50E-01	max des teneurs sur terres excavées
acénaphthylène	3,00E-01	
anthracène	3,30E+00	
benzo(a)anthracène	1,40E+01	
benzo(a)pyrène	8,30E+00	
benzo(b)fluoranthène	1,40E+01	
benzo(ghi)pérylène	4,90E+00	
benzo(k)fluoranthène	6,60E+00	
chrysène	1,60E+01	
dibenzo(ah)anthracène	1,40E+00	
fluoranthène	3,50E+01	
fluorène	1,30E+00	
indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,50E+00	
naphtalène	1,60E-01	
phénanthrène	1,10E+01	
pyrène	2,00E+01	
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS		
benzène	Non sélectionnés	Non détectés dans les sols, non pris en compte pour la modélisation
toluène		
éthylbenzène		
xylènes		
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)		
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180)	1,29E+00	max des teneurs sur terres excavées
PCB totaux : Somme des 6 x 5	6,45E+00	

XIII.3.4 Paramètres de modélisation

Les paramètres de modélisation autres que les teneurs concernent les paramètres spécifiques du sol entrant en jeu dans les phénomènes de transfert (porosité, teneur en eau...), les caractéristiques des zones impactées (profondeur, longueur), les caractéristiques du merlon (surface), vitesse du vent sur St Nazaire, ainsi que les propriétés physico chimiques des substances.

Les valeurs sont indiquées et justifiées en **annexe 6-2**.

Des valeurs réalistes mais plus généralement sécuritaires (majorantes) ont été choisies.

XIII.3.5 Teneurs dans le milieu d'exposition et comparaison aux valeurs de référence

○ Air ambiant

Les valeurs de référence pour l'air ambiant utilisées sont les valeurs définies pour la population générale. Elles peuvent être classées en 4 catégories : valeurs réglementaires, valeurs guides établies sur des critères sanitaires, valeurs repères d'aide à la gestion et bruits de fond.

Les valeurs sélectionnées dans le cadre de cette étude sont celles correspondant à une exposition sur le long terme, les enjeux sanitaires pour les sites et sols pollués étant liés à des expositions de type chronique.

Les sources de données sont les suivantes :

- Valeurs réglementaires - code de l'environnement,
- Valeurs guides établies sur des critères sanitaires – ANSES§§,

Ces valeurs guides de qualité de l'air intérieur sont des cibles sanitaires à atteindre à long terme pour protéger la santé des personnes. Elles sont fondées exclusivement sur des critères sanitaires. Elles sont indicatives et ont vocation à aider à l'interprétation des résultats des mesures réalisées dans les environnements intérieurs, sans avoir cependant de portée réglementaire pour l'instant. Elles ne concernent pas les locaux industriels pour lesquels la réglementation du travail s'applique, si les substances recherchées sont celles utilisées dans le cadre de l'activité,

- Valeurs repères d'aide à la gestion - HCSP*** - il n'en existe pas pour l'air extérieur

Ces valeurs dites « de gestion » prennent en compte les critères sanitaires de l'Anses tout en les mettant en perspective avec les concentrations techniquement atteignables actuellement. Plusieurs valeurs repères sont présentées. Elles sont chacune associées à des actions et un délai de mise en œuvre,

- Bruits de fond – il n'en existe pas pour l'air extérieur,

En France, les résultats de la campagne "logements" de l'OQAI†††, publiés en novembre 2007, ont permis de dresser un premier état de la qualité de l'air à l'intérieur des logements français. Cette étude permet de disposer de valeurs de bruit de fond pour l'habitat. Les valeurs présentées sont les valeurs médianes sur les campagnes de mesures.

Concernant l'air ambiant extérieur, le tableau ci-dessous présente les concentrations modélisées depuis les sols en comparaison aux valeurs de référence.

§§ANSES : Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

*** HCSP : Haut Conseil en Santé Publique

††† OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur

Tableau 24 : Concentrations estimées dans l'air ambiant extérieur et comparaison aux valeurs de référence

Substances	SOLS		Valeurs réglementaires (1)	Bruit de fond d'un habitat (4)
	Teneurs sélectionnées dans les sols (mg/kg)	Teneurs estimées dans l'air ambiant à partir des sols (mg/m ³)	Code de l'environnement	OQAI (percentiles 90)
			air ext. (mg/m ³)	air ext. proche habitation (mg/m ³)
HYDROCARBURES TOTAUX				
fraction aliphat. >C10-C12	10,85	4,4E-02	/	/
fraction aliphat. >C12-C16	10,85	9,4E-03	/	/
fraction aromat. >C10-C12	10,85	6,9E-03	/	/
fraction aromat. >C12-C16	10,85	1,4E-03	/	/
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS				
xylènes	0,08	2,9E-04	/	2,30E-03 (o-x) 5,60E-03 (m,p-x)
METAUX				
mercure (volatil)	1,42	2,1E-04	/	/
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)				
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180)	1,31	/	/	/
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES				
naphthalène	0,16	1,1E-05	/	/
acénaphthène	0,95	4,4E-06	/	/
acénaphthylène	0,3	2,7E-06	/	/
anthracène	3,3	9,2E-07	/	/
benzo(a)anthracène	14	1,7E-08	/	/
benzo(a)pyrène	8,3	9,2E-10	1,00E-06	/
benzo(b)fluoranthène	14	3,8E-08	/	/
benzo(ghi)pérylène	4,9	2,2E-10	/	/
benzo(k)fluoranthène	6,6	1,9E-10	/	/
chrysène	16	3,8E-08	/	/
dibenzo(ah)anthracène	1,4	9,5E-12	/	/
fluoranthène	35	8,1E-07	/	/
fluorène	1,3	1,1E-06	/	/
indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,5	7,9E-12	/	/
phénanthrène	11	4,5E-06	/	/
pyrène	20	2,9E-07	/	/

Les concentrations modélisées dans l'air ambiant extérieur sont inférieures aux valeurs prises pour comparaison, lorsqu'il en existe.

Toutefois de nombreux paramètres ne possèdent pas de valeurs de référence aussi un calcul de risque est réalisé et présenté dans les chapitres suivants et en **annexe 6-3**.

○ Sols de surface

Il n'existe pas de valeur réglementaire pour les sols ni de valeur guide pour la gestion des sols de surface. Les substances et teneurs retenues sont présentées dans le Tableau 23.

○ Poussières

Les valeurs de référence pour l'air ambiant utilisées sont les valeurs définies pour la population générale. Elles peuvent être classées en 4 catégories : valeurs réglementaires, valeurs guides établies sur des critères sanitaires, valeurs repères d'aide à la gestion et bruits de fond.

Les valeurs sélectionnées dans le cadre de cette étude sont celles correspondant à une exposition sur le long terme, les enjeux sanitaires pour les sites et sols pollués étant liés à des expositions de type chronique.

Les sources de données sont les suivantes :

- valeurs réglementaires - code de l'environnement,
- valeurs guides établies sur des critères sanitaires – ANSES^{###}, OMS^{\$\$\$}, Europe^{****}.

Ces valeurs guides de qualité de l'air extérieur sont des cibles sanitaires à atteindre à long terme pour protéger la santé des personnes. Elles sont fondées exclusivement sur des critères sanitaires. Elles sont indicatives et ont vocation à aider à l'interprétation des résultats des mesures réalisées dans les environnements intérieurs, sans avoir cependant de portée réglementaire pour l'instant.

Les concentrations estimées dans les poussières en comparaison aux valeurs de références sont présentées dans le tableau suivant.

^{###}ANSES : Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

^{\$\$\$} OMS : Organisation Mondiale de la Santé

^{****}Europe :Projet Index; European Commission, Joint Research Centre, Institute for Health andConsumer Protection, Physical and Chemical Exposure Unit, Ispra, Italy (JRC/IHCP/PCE).

Tableau 25 : Concentrations estimées dans les poussières et comparaison aux valeurs de référence

Substances	Teneurs sélectionnées dans les sols (mg/kg)	Concentration estimée dans les poussières (mg/m³)	air ext. (mg/m³)	air ext. proche habitation (mg/m³)
HYDROCARBURES TOTAUX				
fraction aliphat. >C10-C12	10,85	8,22E-09	/	/
fraction aliphat. >C12-C16	10,85	8,22E-09	/	/
fraction aromat. >C10-C12	10,85	8,22E-09	/	/
fraction aromat. >C12-C16	10,85	8,22E-09	/	/
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS				
xylènes	0,08	6,06E-11	/	2,30E-03 (o-x) 5,60E-03 (m,p-x)
METAUX				
arsenic	75	5,68E-08	6,00E-06	/
cadmium	4,32	3,27E-09	5,00E-06	/
chrome	122	9,24E-08	/	/
cuiivre	3340	2,53E-06	/	/
mercure (volatil)	14,2	1,08E-08	/	/
nickel	98,9	7,49E-08	2,00E-05	/
plomb	1270	9,62E-07	5,00E-04 (V.Limite) 2,5E-04 (Obj.qualité)	/
zinc	2560	1,94E-06	/	/
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)				
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180)	1,31	9,92E-10	/	/
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES				
naphthalène	0,16	1,21E-10	/	/
acénaphthène	0,95	7,20E-10	/	/
acénaphthylène	0,3	2,27E-10	/	/
anthracène	3,3	2,50E-09	/	/
benzo(a)anthracène	14	1,06E-08	/	/
benzo(a)pyrène	8,3	6,29E-09	1,00E-06	/
benzo(b)fluoranthène	14	1,06E-08	/	/
benzo(ghi)pérylène	4,9	3,71E-09	/	/
benzo(k)fluoranthène	6,6	5,00E-09	/	/
chrysène	16	1,21E-08	/	/
dibenzo(ah)anthracène	1,4	1,06E-09	/	/
fluoranthène	35	2,65E-08	/	/
fluorène	1,3	9,85E-10	/	/
indéno(1,2,3-cd)pyrène	6,5	4,92E-09	/	/
phénanthrène	11	8,33E-09	/	/
pyrène	20	1,52E-08	/	/

Rq : teneur en mercure dans les sols : teneur maximale mesurée prise en compte pour les poussières.

Les concentrations modélisées dans les poussières sont inférieures aux valeurs de référence pour les substances qui en possèdent.

Néanmoins, compte tenu du fait que l'ensemble des substances ne possède pas de valeur réglementaire, un calcul de risque sera réalisé.

○ Végétaux

Pour les végétaux, quelques valeurs de référence sont disponibles pour certains métaux, elles sont issues :

- du règlement UE n°11005/2015 de la commission du 25 juin 2015 fixant la teneur maximale en plomb dans certaines denrées alimentaires (gamme de concentrations en fonction des types de fruits et légumes),
- de la synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air en France au 31 décembre 2015 de l'INERIS,
- de l'inventaire des données de bruit de fond dans l'air ambiant, l'air intérieur, les eaux de surface et les produits destinés à l'alimentation humaine en France, rapport d'étude de l'INERIS du 10/04/2009,
- d'une étude de l'ADEME présentant les teneurs naturelles en métaux retrouvées dans les végétaux.

Les concentrations estimées dans les végétaux en comparaison aux valeurs de référence sont présentées dans le tableau en page suivante.

Les concentrations estimées en cadmium et en plomb dans les fruits sont supérieures aux valeurs du règlement UE pour les fruits.

Les concentrations estimées pour tous les métaux sont supérieures aux valeurs moyennes synthétisées dans le document de l'INERIS et également supérieures à la gamme des teneurs renseignées dans le document ADEME.

Ces résultats sont toutefois à pondérer car :

- les valeurs de BCF choisies sont majorantes,
- les valeurs de référence sont construites par rapport à une consommation régulière, ce qui n'est pas le cas des fruits pouvant être produits au droit du futur merlon de Mean-Penhoët réaménagé (fréquence d'exposition très faible).

Afin d'évaluer la compatibilité pour l'ingestion des fruits pouvant être produits sur le merlon en cas de plantation d'espèces comestibles et consommés par les futurs usagers adultes et enfants, un calcul de risque sera réalisé.

De plus, compte tenu du fait que l'ensemble des substances ne possède pas de valeur réglementaire, un calcul de risque sera réalisé avec l'ensemble des résultats.

Tableau 26 : Concentrations estimées dans les végétaux et comparaison aux valeurs de référence

Substances	Ingestion de végétaux				Valeurs de référence végétaux				
	Facteur de bioconcentration BCF (matière fraîche) Base de données RAIS	Teneurs sélectionnées dans les sols (mg/kg)	Concentration estimée dans les végétaux (mg/kg_plante fraîche)	Origine de la valeur	Valeurs réglementaires - règlements CE et UE (3) (mg/kg plante fraîche)	Valeurs de bruit de fond - INERIS (4)		Valeurs de Bruit de fond ADEME - BAPPET (5)	
						Moyenne (mg/kg plante fraîche)	Maximale (mg/kg plante fraîche)	Teneurs moyennes (mg/kg)	
COUPES HYDROCARBURES AROMATIQUES									
C10-C12 aromatiques	0,065	2,17E+01	1,40E+00	Hypothèse majorante : max de la teneur en HC C10-C40 (<500) répartie uniquement sur les fractions aromatiques les + toxiques	/				
C12-C16 aromatiques	0,065	2,17E+01	1,40E+00		/				
C16-C21 aromatiques	0,008	1,83E+02	1,43E+00		/				
C21-C35 aromatiques	0,008	4,73E+02	3,70E+00		/				
METAUX									
arsenic	0,010	7,50E+01	7,50E-01	max des teneurs sur terres excavées	/	0,012 à 0,120	0,240		
cadmium	0,138	4,32E+00	5,94E-01		0,05 à 0,2	0,0018 à 0,070	0,010 à 0,696		
chrome	0,002	1,22E+02	2,29E-01		/	0,010 à 0,050	/		
cuivre	0,100	3,34E+03	3,34E+02		/	0,650 à 0,940	/		
mercure	0,225	1,42E+01	3,20E+00		/	0,003 à 0,080	0,012 à 0,400		
nickel	0,015	9,89E+01	1,48E+00		/	0,030 à 0,080	/		
plomb	0,011	1,27E+03	1,43E+01		0,05 à 0,3	0,010 à 0,115	0,090 à 1,870		
zinc	0,375	2,56E+03	9,60E+02		/	0,730 à 2,800	2,800 à 3,400		
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES									
acénaphène	0,041	9,50E-01	3,90E-02	max des teneurs sur terres excavées	/	/	/		
acénaphthylène	0,040	3,00E-01	1,20E-02		/	/	/		
anthracène	0,020	3,30E+00	6,67E-02		/	/	/		
benzo(a)anthracène	0,004	1,40E+01	4,92E-02		/	/	/		
benzo(a)pyrène	0,002	8,30E+00	1,78E-02		/	/	/		
benzo(b)fluoranthène	0,003	1,40E+01	4,79E-02		/	/	/		
benzo(ghi)peryène	0,001	4,90E+00	5,39E-03		/	/	/		
benzo(k)fluoranthène	0,002	6,60E+00	1,45E-02		/	/	/		
chrysène	0,003	1,60E+01	5,26E-02		/	/	/		
dibenzo(ah)anthracène	0,001	1,40E+00	1,31E-03		/	/	/		
fluoranthène	0,008	3,50E+01	2,74E-01		/	/	/		
fluorène	0,029	1,30E+00	3,77E-02		/	/	/		
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,001	6,50E+00	6,51E-03		/	/	/		
naphtalène	0,094	1,60E-01	1,50E-02		/	/	/		
phénanthrène	0,020	1,10E+01	2,19E-01		/	/	/		
pyrène	0,011	2,00E+01	2,28E-01		/	/	/		
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS									
xylènes	0,113	8,00E-02	9,04E-03			/	/	/	
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)									
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180)	0,0006	1,29E+00	7,57E-04	max des teneurs sur terres exc	/				
PCB totaux : Somme des 6 x 5	0,0006	6,45E+00	3,78E-03		/				

XIII.4 Quantification des risques sanitaires : grilles de calcul

XIII.4.1 Évaluation des expositions

○ **Principe de l'évaluation des expositions**

L'évaluation des expositions consiste à quantifier la dose moyenne journalière des polluants auxquelles pourront être exposées les personnes. On parle de :

- Concentration moyenne Inhalée (CI) pour l'inhalation de gaz et de poussières,
- Dose Journalière d'Exposition (DJE), pour les voies orales : ingestion accidentelle de sols, ingestion de végétaux, ingestion d'eau.

Elle dépend :

- de la concentration des substances dans le milieu d'exposition,
- des paramètres d'exposition des personnes, fonction de l'usage du site.

Elle est définie comme suit :

Tableau 27 : Expressions de l'évaluation des expositions

	Voies inhalation (gaz / poussières)	Voies orales
Expression de l'exposition	CI = Concentration moyenne Inhalée (mg/m ³)	DJE = Dose Journalière d'exposition (mg de substances/ kg poids corporel/j)
Formule	$CI = \sum (C_i \times t_i) \times (T \times F / T_m)$	$DJE = C \times Q \times T \times F / (T_m \times P)$
	C _i : concentration dans l'air du lieu « i » (mg/m ³) t _i : fraction du temps passé dans le lieu « i » pendant 1 journée T : durée d'exposition (an) T _m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours) F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)	C : concentration dans le milieu concerné (mg/kg) ou (mg/l) Q : quantité de milieu administrée par jour (mg/j) ou (l/j) T : durée d'exposition (an) T _m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours) F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an) P : poids de l'individu (kg)

○ **Valeurs des paramètres**

Valeurs des paramètres

Les concentrations C sont les concentrations estimées dans les milieux d'exposition déterminés au chapitre précédent.

Les valeurs des paramètres propres aux cibles (T, F, T_m, t_i, P, Q) sont fixées à partir des valeurs choisies par différents organismes nationaux et internationaux traitant de l'évaluation des risques, ou de paramètres spécifiques, en fonction des typologies des cibles et des usages du site.

Dans le cadre de cette étude et au regard du scénario d'exposition, les calculs ont été effectués pour :

- des adultes de 70 kg présents sur site 58 j/an pendant 30 ans ;
- des enfants de 15 kg présents sur site 58 j/an pendant 6 ans.

Ce nombre de jours de fréquentation est le résultat issu de l'enquête emploi du temps de l'Insee de 2009-2010 relatifs au taux de pratique de la promenade, et au temps de pratique par jour de cette activité pour les pratiquants : Valeurs moyennes pour l'ensemble de la population française.

La valeur choisie suppose que les personnes effectuent 100% de leur temps de pratique de la promenade sur le site.

Etant nécessairement accompagnés par des adultes, le temps de présence des enfants de moins de 7 ans est calé sur celui des adultes.

En ce qui concerne les quantités de fruits consommés provenant du site, nous avons basé leur consommation sur les données issues du rapport INERIS de février 2015 concernant les paramètres d'exposition de l'homme du logiciel MODUL'ERS¹⁴.

Dans ce logiciel, les niveaux de risques sont calculés pour des classes d'âge définies. Concernant la quantité de fruits totale consommée, nous avons considéré :

- pour les adultes (> 6 ans) : la quantité maximale de fruits frais consommée pour les classes d'âge supérieur à 6 ans, soit $1,6 \cdot 10^{-1}$ kgfrais/j ;
- pour les enfants (<ou = 6 ans) : la quantité maximale de fruits frais consommée pour les classes d'âge inférieur à 6 ans, soit $9,0 \cdot 10^{-2}$ kgfrais/j.

Ces quantités ont été pondérées d'un facteur 10, correspondant à l'autoconsommation de la population générale selon le document de l'INERIS (10% des fruits proviennent du jardin). Cette approche est majorante, les fruits pouvant être produits sur le merlon n'étant pas issus d'un jardin privé et de ce fait la consommation est probablement bien moindre.

L'ensemble des valeurs des paramètres cibles et leurs sources est présenté dans le tableau **annexe 6-2**.

Les DJE pour chaque substance sont présentés dans les tableaux de calcul en **annexe 6-3**.

¹⁴ Rapport INERIS-DRC-14-141968-11173A du 21/02/2015

XIII.4.2 Quantification du risque

XIII.4.2.1 Équations pour la caractérisation du risque

Le tableau suivant présente les 2 expressions du risque avec les modalités de calculs et les limites de compatibilité associées.

Tableau 28 : Expressions de la quantification du risque

	Quantification du risque pour les effets sans seuils (cancérogène)		Quantification du risque pour les effets à seuils (non cancérogène)	
Expression du risque	ERI = excès de risque individuel		QD = Quotient de danger	
Signification	Probabilité qu'un individu a de développer l'effet (cancer) associé à la substance du fait de l'exposition considérée		Possibilité de survenue d'un effet toxique si la limite d'acceptabilité est dépassée	
Formule	ERI = CI x VTR ou ERI = DJE x VTR		QD = CI/VTR ou QD = DJE /VTR	
	CI : concentration inhalée (mg/m ³) DJE : dose journalière d'exposition VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets sans seuils (mg/m ³ ou mg/kg/j)		CI : concentration inhalée (mg/m ³) DJE : dose journalière d'exposition VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuils ((mg/m ³) ⁻¹ ou (mg/kg/j) ⁻¹)	
Limites de compatibilité (EQRS/ARR)	ERI <10 ⁻⁵	État des milieux compatibles avec l'usage considéré	QD<1	État des milieux compatibles avec l'usage considéré
Intervalles de gestion des risques (IEM)	ERI <10 ⁻⁶	État du milieu compatible avec l'usage constaté	QD<0,2	État du milieu compatible avec l'usage constaté
	10 ⁻⁶ <ERI <10 ⁻⁴	Zone intermédiaire nécessitant une réflexion plus approfondie	0,2<QD <5	Zone intermédiaire nécessitant une réflexion plus approfondie
	ERI >10 ⁻⁴	État du milieu non compatible avec l'usage constaté	QD>5	État du milieu non compatible avec l'usage constaté

Note : Les QD sont normalement additionnés pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur les mêmes organes cibles. En approche majorante, nous avons considéré que toutes les substances résiduelles avaient les mêmes effets sur les mêmes organes. Nous avons donc sommé tous les QD.

L'ensemble des VTR sélectionnées est présenté en **annexe 5-1** et repris dans les feuilles de calcul en **annexe 6-3**.

XIII.4.2.2 Évaluation quantitative des risques

Le détail des évaluations des expositions et des risques, pour chaque scénario retenu, est joint en **annexe 6-3**. La synthèse des résultats est présentée ci-dessous.

Tableau 29 : Synthèse des résultats de l'évaluation quantitative des risques pour un temps de fréquentation de 2h/j et 58j par an

Usages		Cible	Voie d'exposition	Quantification du risque			
				Cancérogène (substances à effets sans seuil)		Non cancérogène (substances à effets avec seuil)	
			ERI = Excès de Risque Individuel		QD = Quotient de Danger		
			La probabilité que l'individu a de développer l'effet (cancer) associé à la substance, pendant toute sa vie, du fait de l'exposition considérée		La possibilité de survenue d'un effet toxique si la limite d'acceptabilité est dépassée		
			limite acceptabilité = 10 ⁻⁵		limite acceptabilité = 1		
			Résultats	Commentaires	Résultats	Commentaires	
Futur	Lieu de promenade, espace public	Adulte	Inhalation d'air en extérieur	4,0E-10	Compatible	9,39E-02	Compatible
			inhalation de poussières en extérieur	2,5E-10	Compatible	1,45E-04	Compatible
			ingestion accidentelle de sol de surface	8,4E-06	Compatible	3,40E-01	Compatible
			ingestion de légumes autoproduits	2,4E-05	Non compatible	1,60E+00	Non compatible
			Total	3,2E-05	Non compatible	2,0E+00	Non compatible
		Enfant	Inhalation d'air en extérieur	7,9E-11	Compatible	9,39E-02	Compatible
			inhalation de poussières en extérieur	5,1E-11	Compatible	1,45E-04	Compatible
			ingestion accidentelle de sol de surface	1,4E-05	Non compatible	2,89E+00	Non compatible
			ingestion de légumes autoproduits	1,2E-05	Non compatible	4,20E+00	Non compatible
			Total	2,7E-05	Non compatible	7,2E+00	Non compatible

Les risques sont liés principalement aux teneurs en arsenic et en plomb pour les voies d'exposition par ingestion étudiées.

Les risques pour les voies d'exposition par inhalation de gaz ou de poussières sont associés majoritairement aux teneurs en mercure et en naphthalène mais les résultats restent bien inférieurs aux critères retenus (1 et 1.E-5).

Au vu des résultats obtenus, les mesures de gestion présentées au chapitre VIII.6 s'avèrent nécessaires :

- Le recouvrement des sols par un apport d'au moins 0,30 m minimum de matériaux sains,
- L'interdiction de planter des espèces comestibles (arbres fruitiers, buissons à baies, etc.) : nécessité non confirmée mais suspectée, donc présentée par précaution – à noter qu'une étude est en cours par la CARENE pour caractériser les fruits poussant sur le merlon actuel.

XIII.5 Analyse des incertitudes

L'analyse des incertitudes a pour objectif d'étudier l'influence des paramètres et des hypothèses pris en compte dans l'évaluation des risques. L'analyse des incertitudes porte sur les points suivants :

- influence des caractéristiques toxicologiques ;
- influence des scénarii pris en compte ;
- influence des modèles de transfert utilisés ;
- influence des hypothèses prises pour les voies d'exposition considérées.

XIII.5.1 Caractéristiques toxicologiques

Le choix des VTR retenues pour les calculs de risque est basé sur une démarche proposée par la circulaire DGS/SD.7B n° 2006-234 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence.

Le plomb et l'arsenic sont les traceurs du risque (voies liées à l'ingestion).

Pour le plomb, la VTR pour les effets à seuils retenue est celle préconisée par le HCSP dans l'instruction DGS du 21 septembre 2016 et prise en compte par l'INERIS dans les études sur les établissements sensibles (VTR de $5 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j). Les valeurs d'alerte dans les sols, de 100 et 300 mg/kg, sont basées sur cette VTR. Au regard de la méthodologie nationale de gestion des SSP, c'est cette VTR qui a été retenue au lieu de la VTR proposée par l'ANSES de $6,3 \cdot 10^{-4}$ mg/kg/j, à retenir normalement selon la circulaire d'octobre 2014. Cette VTR de l'ANSES est légèrement moins pénalisante mais aboutirait aux mêmes conclusions : risques par ingestion accidentelle de sol pour les enfants.

Pour l'arsenic, la VTR sans seuil de $1,8$ (mg/kg/j)⁻¹ préconisée par l'INERIS dans le cadre des études sur les établissements sensibles a été retenue. Ce même établissement a choisi une VTR légèrement moins pénalisante de $1,5$ (mg/kg/j)⁻¹ dans le cadre d'une expertise nationale en conformité avec la circulaire d'octobre 2014. La prise en compte de l'une ou l'autre VTR ne modifie pas les conclusions.

XIII.5.2 Scénarios d'exposition

L'analyse quantitative des risques sanitaires est basée sur l'usage et les aménagements prévus du site à savoir :

- Usage souhaité :
 - lieu de promenade pour les adultes et les enfants,
 - si possible cueillette de fruits en cas de plantation d'espèces comestibles en saison ;
- Aménagements :
 - Merlon artificiel de 3 m de hauteur, composé d'anciens bunkers a priori issus de la 2nde guerre mondiale et recouverts de remblais sableux en surface ;
 - Rehausse du merlon par apport de terres prévue de 1 à 1,5 m avec végétalisation ;
 - usage prévu de lieu de promenade avec belvédère et fonction écran acoustique également du merlon ;
 - Absence de canalisations AEP ;
 - absence d'usage des eaux souterraines.

Sur la base de ces hypothèses, les scénarii d'exposition ont été définis dans le schéma conceptuel. Ils sont liés, pour les enfants et les adultes amenés à venir se promener occasionnellement sur site à :

- l'inhalation de composés volatils par dégazage dans l'air extérieur ainsi que l'inhalation de poussières issues des sols de surface pris en compte par précaution dans les calculs de risques mais notés en négligeable dans le schéma conceptuel du fait de temps de séjour faible et confirmés par les calculs de risques ;

- l'ingestion accidentelle des sols de surface ;
- l'ingestion des fruits autoproduits en cas de souhait de plantation d'espèces comestibles au droit du merlon – modélisation réalisée à partir des données sur les terres excavées.

Ce choix est cohérent.

Conformément à la Circulaire DGS/SD.7B n° 2006-234 du 30 mai 2006, le contact cutané n'a pas été considéré, en l'absence de VTR spécifique à cette voie d'exposition. Cette démarche est cohérente.

XIII.5.3 Sélection des substances et des concentrations

Substances

Pour les métaux, ceux dont les teneurs sont supérieures à la « gamme de valeurs couramment observées dans les sols 'ordinaires' de toutes granulométries » issues du programme ASPITET de l'INRA sont sélectionnés. Ici du fait de dépassements relevés pour les 8 métaux analysés, ils ont tous été pris en compte dans les calculs.

Cette démarche est réaliste et conforme à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués.

Concernant les autres substances analysées et prises en compte : Hydrocarbures, HAP et PCB, xylènes. Tous les paramètres quantifiés par le laboratoire ont été pris en compte ; cette approche est réaliste.

Concentrations

Pour l'ingestion des poussières et l'ingestion des sols, les teneurs maximales mesurées dans les terres excavées ont été sélectionnées. Cette approche est réaliste par rapport au réaménagement souhaité de rehausse du merlon, sans toutefois tenir compte de l'apport de terre végétale en recouvrement de surface. Sur ce point cette approche est majorante avec pour objectif de vérifier la nécessité du recouvrement.

Pour l'ingestion des fruits, les teneurs prises en compte dans les sols, sur lesquelles sont basées les estimations dans les fruits par bioaccumulation, sont celles mesurées dans les terres excavées devant servir au recouvrement du merlon sur 1 à 1,5 m d'épaisseur ; cette approche est réaliste. L'incertitude liée à l'absence de données sur la qualité des sols plus en profondeur du merlon (seule la couche 0-0,30 m ayant été caractérisée – cf. rapport SUEZ Remediation : « Interprétation de l'Etat des Milieux du merlon Mean Penhoët » - B7 18 001 0/V1 de juillet 2018) apparaît négligeable.

Toutefois, afin d'avoir une approche réaliste, il serait nécessaire de réaliser des analyses sur les fruits directement. Cette analyse permettrait en outre de s'affranchir des incertitudes liées aux facteurs de bioconcentration retenues (cf. chapitre suivant). Cette étude est en cours en juin 2019 par la CARENE avec des prélèvements et analyses sur les fruits des arbres existants prévus pour l'été 2019.

XIII.5.4 Modèles de transfert utilisés

Envol de poussières

La modélisation des concentrations dans les poussières a été réalisée à l'aide d'un facteur d'émission de poussière (PEF). La valeur choisie pour PEF est celle déterminée par l'US EPA dans des conditions conservatoires.

En incertitude, la modélisation des concentrations dans les poussières a également été réalisée avec la valeur issue du modèle HESP qui estime les quantités de poussières dues au ré-envol de particules fines de la couche superficielle à $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$; ce qui revient à un PEF de $2,87 \cdot 10^7 \text{ m}^3/\text{kg}$, soit une concentration estimée dans les poussières de l'air 50 fois plus forte que dans le calcul initial. La prise en compte de ce facteur ne modifie pas les conclusions de l'ARR pour cette voie d'exposition, qui reste faible.

Bioaccumulation dans les végétaux

Aucune mesure ne pouvant être réalisée dans les futures plantations, les concentrations dans les fruits ont été estimées à l'aide des facteurs de bioconcentration (BCF) et des teneurs dans les terres excavées. Les valeurs de BCF proposées dans la base de données RAIS ont été utilisées. Ces BCF sont des BCF moyens qui ne distinguent pas le type de plante.

D'autres modèles (dont HESP, US-EPA) donnent des coefficients de répartition sol-plante pour certains métaux. Le coefficient de répartition sol-parties aériennes présenté dans le modèle HESP, qui se rapproche le plus du cas concret, est du même ordre de grandeur que celui de la base de données RAIS pour le plomb (0,03).

Selon le document « Contamination des sols – transfert des sols vers les plantes » de Anne Tremel Schaub et Isabelle Feix (juillet 2005), les fruits d'arbres fruitiers tels que les prunes, sont très faiblement accumulateurs pour les métaux notamment le plomb.

Par ailleurs, la DRIAF a mené en 2008 une campagne d'analyse de sols et de végétaux cultivés sur les sols de la Ville de Montreuil¹⁵. L'étude a montré que :

- les remblais de la ville étaient contaminés, notamment par des métaux lourds - les teneurs moyennes mesurées en Pb étaient de l'ordre de 500 mg/kg, du même ordre de grandeur que celles sur le présent site en moyenne ;
- les fruits bioaccumulent très peu le plomb, et ce avec une marge de sécurité importante par rapport aux valeurs limite réglementaires dans les denrées alimentaires. En particulier aucun dépassement de la valeur réglementaire pour le plomb n'a été constaté pour les fruits d'arbres fruitiers et les baies.

Ces résultats induisent un bon niveau de confiance quant à l'absence de problématique liée à la bioaccumulation dans les futurs fruits du site.

Ainsi, les valeurs de BCF prises en compte dans le calcul sont considérées majorantes au regard des données disponibles.

XIII.5.5 Paramètres relatifs aux cibles

L'ensemble des valeurs des paramètres relatifs aux cibles sont :

- des valeurs recommandées et couramment utilisées par des organismes tels que l'USEPA, l'INERIS et le RIVM ;
- des données statistiques françaises de l'IRSN, relativement majorantes ;
- des valeurs considérées comme réalistes.

Les quantités de sol ingérées par jour sont celles préconisées dans la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués et sont cohérentes avec le type d'activité (promenade, absence de jardinage).

Le nombre de jour d'exposition de présence sur site est issu d'une étude statistique de l'INSEE pour des activités de promenade : 58 j/an.

Ce nombre est réaliste pour calculer l'exposition via l'ingestion de fruits car il est cohérent avec la durée de fructification des mirabelles et mures poussant déjà sur le merlon et dont la culture pourrait être envisagée dans le cadre du réaménagement.

¹⁵ « Rapport de synthèse du plan de surveillance sols & végétaux mis en œuvre sur le périmètre des murs à pêches de la ville de Montreuil-sous-Bois – année 2008 » - Rapport DRIAF-SRPV – 05/10/2008

Un nombre de jours de présence plus important (paramètre F) augmenterait de manière proportionnelle les indices de risque pour l'ingestion accidentelle de sol et l'inhalation de poussières, aboutissant à des recommandations identiques de mesures de gestion (recouvrement des sols de surface).

XIII.5.6 Synthèse de l'analyse des incertitudes

L'analyse des incertitudes met en avant l'existence d'incertitudes à plusieurs niveaux :

- Pour l'ingestion de sol, les incertitudes ne remettent pas en cause les résultats de l'EQRS : indices de risque liés à la présence de métaux et particulièrement pour les voies d'ingestion accidentelle des sols de surface. Les recommandations émises dans le chapitre précédent sont donc justifiées,
- Pour l'ingestion de fruits, les incertitudes peuvent être réduites par le biais d'analyses directes des substances dans les fruits des arbres existants au droit du merlon actuel ; les recommandations seront à adapter en fonction des résultats (arrachage ou pas, interdictions) – cette étude est en cours par la CARENE sur l'été 2019.

ANNEXE 6-2 : PARAMETRES D'EXPOSITION

Tableau 30 : Paramètres d'exposition

Paramètres pour les cibles	Adultes	Enfants	Unité	Source
Paramètres communs aux différentes voies (Résidentiel adapté pour l'usage de promenade sur lieu non privé)				
P (poids)	70	15	kg	Supplemental guidance for developing soil screening levels for superfund sites - report OSWER 9,355,4-24, march 2001 USEPA
T (durée d'exposition)	30	6	année	Pour les résidents : Risk assessment guidance for superfund volume 1 : human health evaluation manual supplemental guidance "standard défaut exposure factors" interim final - OSWER directive 9285.6-03, march 1991 USEPA.
F (fréquence d'exposition)	58	58	jours/an	Résultats issus de l'enquête emploi du temps de l'Insee de 2009-2010 relatifs au taux de pratique de la promenade, et au temps de pratique par jour de cette activité pour les pratiquants : Valeurs moyennes pour l'ensemble de la population française. Suppose que les cibles effectuent 100% de leur temps de pratique de la promenade dans le parc, s'agissant : d'un parc paysager dont les zones de sols construits non recouverts sont peu fréquentées (secteur à usage de promenade, pas d'aménagements attractifs, pas de pratique de pique-nique). Description se rapprochant du merlon étudié
Tm non cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	10950	2190	jours	Tm est égale à la durée d'exposition T, exprimée en jours, pour une exposition à des substances non cancérigènes
Tm cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	25550	25550	jours	Tm est égale à la durée de vie, qui est fixée par la majorité des organismes traitant des études de risques (dont l'INERIS et l'USEPA) à 70 ans, soit 25550 jours, pour une exposition à des substances cancérigènes.
Paramètres spécifiques INHALATION DE POUSSIÈRES				
Cair (poussières)	cf. teneurs estimées par modélisation (poussières dans l'air extérieur)	cf. teneurs estimées par modélisation (poussières dans l'air extérieur)	mg/m ³	Concentrations estimées dans les poussières de l'air ambiant à partir des concentrations maximales retenues dans les terres excavées sauf pour le mercure : seul 10% du mercure quantifié dans les sols est considéré potentiellement sous forme volatile. Cette approche est cohérente avec les données de la littérature
Q_{inhalation} (quantité d'air inhalée par jour)	20	7,6	m ³ /j	RIVM report, Variation in calculated human exposure, comparison of calculations with seven European human exposure models, F.A SWARTJES, 2002
PEF	1,32E+09	1,32E+09	m ³ /kg	Soil Screening Guidance : technical Background Document USEPA 1996.
Vitesse du vent (m/s)	2,50E+00	2,50E+00	m/s	Station Montoir St Nazaire - donné Wind-finder : 9km/h
Paramètres spécifiques INGESTION DE SOLS				
Csol (concentration dans les sols de surface)	cf. teneurs sélectionnées	cf. teneurs sélectionnées	mg/m ³	Concentrations maximales retenues dans les terres excavées
Qsol (quantité de sol ingérée par jour)	5,00E-05	9,10E-05	kg/j	Adulte : Risk assessment guidance for superfund volume 1 : human health evaluation manual supplemental guidance "standard défaut exposure factors" interim final - OSWER directive 9285.6-03, march 1991 USEPA. Enfant : "Synthèse des travaux du département santé environnement de l'Institut de veille sanitaire sur les variables humaines d'exposition", INVS, juillet 2012 valeur pour les enfants de 91 mg/j (95 ème percentile de la distribution empirique de Stanek 2001)
Paramètres spécifiques INGESTION FRUITS				
Cfruits (concentration dans les fruits)	cf. teneurs estimées par modélisation (BCF)	cf. teneurs estimées par modélisation (BCF)	mg/m ³	Concentrations estimées dans les fruits à partir des concentrations maximales retenues dans les terres excavées
Qingéré (quantité de fruits ingérée par jour)	1,60E-02	9,00E-03	kg/j	Quantités estimées sur base du rapport INERIS du 21/02/2015 - Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS Dans ce logiciel, les niveaux de risques sont calculés pour des classes d'âge définies. Concernant la quantité de fruits totale consommée, nous avons considéré : pour les adultes (> 6 ans) : la quantité maximale de fruits frais consommée pour les classes d'âge supérieur à 6 ans, soit 1,6.10-1 kgfrais/j ; pour les enfants (<ou = 6 ans) : la quantité maximale de fruits frais consommée pour les classes d'âge inférieur à 6 ans, soit 9,0.10-2 kgfrais/j. Ces quantités ont été pondérées d'un facteur 10, correspondant à l'autoconsommation de la population générale selon le document de l'INERIS (10% des fruits proviennent du jardin).

ANNEXE 6-3 : GRILLES DE CALCULS

Tableau 31 : Grille de calcul pour l'inhalation de gaz et de poussières – Adulte promeneur

FEUILLE DE CALCUL INHALATION			
SCENARIO ADULTE PROMENEUR			
Symbole	Paramètres	Valeur	Unité
T	Durée d'exposition	30	an
F	Fréquence d'exposition	58	jour/an
Tm canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	25550	jour
Tm non canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	10950	jour
ti	Fraction de temps d'exposition journalière	0,083	heures/heures (24h)

Substances	VTR Inhalation		Concentrations de gaz dans l'air (mg/m ³)	Concentration de poussières dans l'air (mg/m ³)	ERI : Risque effets sans seuil			QD : Risque effets avec seuil			% ERI	% QD	
	Cancérogènes Effet sans seuil (mg/m ³) ¹	Non Cancérogènes Effet avec seuil (mg/m ³)	extérieur		ERI Air extérieur	ERI inhalation poussières	ERI Total	QD Air extérieur	QD inhalation poussières	QD Total			
HYDROCARBURES TOTAUX													
fraction aliphat. >C10-C12		1	4,45E-02	8,22E-09				5,889E-04	1,088E-10	5,889E-04		0,6%	
fraction aliphat. >C12-C16		1	9,41E-03	8,22E-09				1,245E-04	1,088E-10	1,245E-04		0,1%	
fraction aromat. >C10-C12		0,2	6,93E-03	8,22E-09				4,588E-04	5,442E-10	4,588E-04		0,5%	
fraction aromat. >C12-C16		0,2	1,40E-03	8,22E-09				9,298E-05	5,442E-10	9,298E-05		0,1%	
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS													
xylènes		0,2	2,88E-04	6,06E-11				1,909E-05	4,013E-12	1,909E-05		0,0%	
METAUX													
arsenic	0,15	1,50E-05	/	5,68E-08	/		4,837E-11	4,837E-11	/	5,016E-05	5,02E-05	7,4%	0,1%
cadmium		3,00E-04	/	3,27E-09	/				/	1,445E-07	1,44E-07		0,0%
chrome		2,00E-03	/	9,24E-08	/				/	6,119E-07	6,12E-07		0,0%
cuivre		1,00E-03	/	2,53E-06	/				/	3,351E-05	3,35E-05		0,0%
mercure (volatil)		3,00E-05	2,10E-04	1,08E-08				9,263E-02	4,748E-06	9,263E-02		98,5%	
nickel	0,17	2,30E-04	/	7,49E-08	/		7,229E-11	7,229E-11	/	4,314E-06	4,314E-06	11,1%	0,0%
plomb	0,012	9,00E-04	/	9,62E-07	/		6,552E-11	6,552E-11	/	1,416E-05	1,416E-05	10,1%	0,0%
zinc		/	/	1,94E-06	/				/				
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)													
PCB totaux (7)		5,00E-04	/	9,92E-10	/				/	2,628E-08	2,628E-08		0,0%
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES													
naphthalène	5,60E-03	0,037	1,12E-05	1,21E-10	3,546E-10	3,852E-15	3,546E-10	3,993E-06	4,338E-11	3,993E-06	54,5%	0,0%	
acénaphthène			4,37E-06	7,20E-10									
acénaphthylène			2,69E-06	2,27E-10									
anthracène			9,20E-07	2,50E-09									
benzo(a)anthracène	0,11		1,68E-08	1,06E-08	1,051E-11	6,621E-12	1,713E-11					2,6%	
benzo(a)pyrène	1,1	2,00E-06	9,24E-10	6,29E-09	5,767E-12	3,925E-11	4,502E-11	6,116E-06	4,163E-05	4,775E-05	6,9%	0,1%	
benzo(b)fluoranthène	0,11		3,77E-08	1,06E-08	2,356E-11	6,621E-12	3,018E-11					4,6%	
benzo(ghi)peryène	0,011		2,18E-10	3,71E-09	1,362E-14	2,317E-13	2,454E-13					0,0%	
benzo(k)fluoranthène	0,11		1,92E-10	5,00E-09	1,196E-13	3,121E-12	3,241E-12					0,5%	
chrysène	0,011		3,77E-08	1,21E-08	2,353E-12	7,567E-13	3,110E-12					0,5%	
dibenzo(ah)anthracène	1,2		9,46E-12	1,06E-09	6,441E-14	7,223E-12	7,287E-12					1,1%	
fluoranthène			8,06E-07	2,65E-08									
fluorène			1,09E-06	9,85E-10									
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,11		7,66E-12	4,92E-09	4,906E-15	3,074E-12	3,079E-12					0,5%	
phénanthrène			4,49E-06	8,33E-09									
pyrène			2,92E-07	1,52E-08									

TOTAL des voies d'exposition	3,97E-10	2,53E-10		9,39E-02	1,49E-04	
TOTAL général	6,50E-10		6,50E-10	9,41E-02		9,41E-02
Limite d'acceptabilité			1,00E-05			1

		Légende	
		ERI	QD
EORS et ARR	Compatible	< 1,00E-05	< 1
	Incompatible	> 1,00E-05	> 1

Tableau 32 : Grille de calcul pour l'ingestion accidentelle de sol et l'ingestion de végétaux – Adulte promeneur

FEUILLE DE CALCUL INGESTION			
SCENARIO ADULTE PROMENEUR			
Symbole	Paramètres	Valeur	Unité
T	Durée d'exposition	30	an
F	Fréquence d'exposition	58	jour/an
P	Poids corporel	70	kg
Tm canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	25550	jour
Tm non canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	10950	jour
Qsol ingéré	Quantité de sol ingérée	5,00E-05	kg/jour
Qvégétaux	Quantité de végétaux ingérée	1,60E-02	kg. frais/jour

Substances	VTR Ingestion		Ingestion accidentelle des sols de surface	Ingestion de végétaux	ERI : Risque effets sans seuil			QD : Risque effets avec seuil			% ERI	% QD
	Cancérogènes Effet sans seuil (mg/kg/j) ⁻¹	Non Cancérogènes Effet avec seuil (mg/kg/j)	Teneurs sélectionnées dans les sols (mg/kg)	Concentration estimée dans les végétaux (mg/kg_plante fraîche)	ERI ingestion sol	ERI ingestion végétaux	ERI TOTAL	QD ingestion sol	QD ingestion végétaux	QD TOTAL		
COUPES HYDROCARBURES AROMATIQUES												
C10-C12 aromatiques		0,04	2,17E+01	1,40E+00				6,16E-05	1,27E-03	1,33E-03		0%
C12-C16 aromatiques		0,04	2,17E+01	1,40E+00				6,16E-05	1,27E-03	1,33E-03		0%
C16-C21 aromatiques		0,03	1,83E+02	1,43E+00				6,92E-04	1,73E-03	2,43E-03		0%
C21-C35 aromatiques		0,03	4,73E+02	3,70E+00				1,79E-03	4,48E-03	6,27E-03		0%
METAUX												
arsenic	1,8	4,50E-04	7,50E+01	7,50E-01	6,57E-06	2,10E-05	2,76E-05	1,89E-02	6,05E-02	7,95E-02	86%	4%
cadmium		3,57E-04	4,32E+00	5,94E-01				1,37E-03	6,04E-02	6,18E-02		3%
chrome		3,00E-01	1,23E-02	2,29E-01				4,62E-05	2,77E-05	7,39E-05		0%
cuiivre		1,40E-01	3,34E+03	3,34E+02				2,71E-03	8,67E-02	8,94E-02		5%
mercure		5,71E-04	1,42E+01	3,20E+00				2,32E-03	2,03E-01	2,06E-01		11%
nickel		2,80E-03	9,89E+01	1,48E+00				4,01E-03	1,92E-02	2,33E-02		1%
plomb	8,50E-03	5,00E-04	1,27E+03	1,43E+01	5,25E-07	1,89E-06	2,42E-06	2,88E-01	1,04E+00	1,33E+00	8%	68%
zinc		3,00E-01	2,56E+03	9,60E+02				9,69E-04	1,16E-01	1,17E-01		6%
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
acénaphthène	0,001	0,06	9,50E-01	3,90E-02	4,62E-11	6,06E-10	6,53E-10	1,80E-06	2,36E-05	2,54E-05	0%	0%
acénaphthylène	0,001		3,00E-01	1,20E-02	1,46E-11	1,86E-10	2,01E-10				0%	0%
anthracène	0,01	0,3	3,30E+00	6,67E-02	1,61E-09	1,04E-08	1,20E-08	1,25E-06	8,07E-06	9,32E-06	0%	0%
benzo(a)anthracène	0,1		1,40E+01	4,92E-02	6,81E-08	7,66E-08	1,45E-07				0%	0%
benzo(a)pyrène	1	0,0003	8,30E+00	1,78E-02	4,04E-07	2,77E-07	6,81E-07	3,14E-03	2,15E-03	5,29E-03	2%	0%
benzo(b)fluoranthène	0,1		1,40E+01	4,79E-02	6,81E-08	7,45E-08	1,43E-07				0%	0%
benzo(h)ipérylène	0,01	0,03	4,90E+00	5,98E-03	2,38E-09	8,38E-10	3,22E-09	1,85E-05	6,52E-06	2,51E-05	0%	0%
benzo(k)fluoranthène	0,1		6,60E+00	1,45E-02	3,21E-08	2,26E-08	5,47E-08				0%	0%
chrysaène	0,01		1,60E+01	5,26E-02	7,78E-09	8,18E-09	1,60E-08				0%	0%
dibenzo(a,h)anthracène	1		1,40E+00	1,31E-03	6,81E-08	2,04E-08	8,85E-08				0%	0%
fluoranthène	0,001	0,04	3,50E+01	2,74E-01	1,70E-09	4,27E-09	5,97E-09	9,93E-05	2,49E-04	3,48E-04	0%	0%
fluorène	0,001	0,04	1,30E+00	3,77E-02	6,32E-11	5,86E-10	6,50E-10	3,69E-06	3,42E-05	3,79E-05	0%	0%
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1		6,50E+00	6,51E-03	3,16E-08	1,01E-08	4,17E-08				0%	0%
naphtalène	0,12	0,02	1,60E-01	1,50E-02	9,34E-10	2,81E-08	2,90E-08	9,08E-07	2,73E-05	2,82E-05	0%	0%
phénanthrène	0,001	0,04	1,10E+01	2,19E-01	5,35E-10	3,41E-09	3,95E-09	3,12E-05	1,99E-04	2,30E-04	0%	0%
pyrène	0,001	0,03	2,00E+01	2,28E-01	9,73E-10	3,54E-09	4,52E-09	7,57E-05	2,76E-04	3,51E-04	0%	0%
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS												
xylènes		2,00E-01	8,00E-02	9,04E-03				4,54E-08	1,64E-06	1,69E-06		0%
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)												
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180) - pour calcul QD		1,00E-05	1,29E+00	7,57E-04				1,46E-02	2,75E-03	1,74E-02		1%
PCB totaux : Somme des 6 x 5 - pour calcul ERI	2,00E+00		6,45E+00	3,78E-03	6,28E-07	1,18E-07	7,45E-07				2%	

TOTAL des voies d'exposition	8,41E-06	2,36E-05	3,20E-05	3,40E-01	1,60E+00	1,94E+00
TOTAL général			3,20E-05	3,20E-05	1,94E+00	1,94E+00
Limite d'acceptabilité			1,00E-05	1,00E-05	1	1

EQRS et ARR	Légende		ERI	QD
	Compatible	< 1,00E-05	< 1	< 1
	Incompatible	> 1,00E-05	> 1	> 1

Tableau 33 : Grille de calcul pour l'inhalation de gaz et de poussières – Enfant promeneur

FEUILLE DE CALCUL INHALATION				
SCENARIO ENFANT RESIDENTIEL				
Symbole	Paramètres	Valeur	Unité	
T	Durée d'exposition	6	an	
F	Fréquence d'exposition	58	jour/an	
Tm canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	25550	jour	
Tm non canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	2190	jour	
ti	Fraction de temps d'exposition journalière	0,083	heures/heures	24h

Substances	VTR Inhalation		Concentrations de gaz dans l'air (mg/m ³)		ERI : Risque effets sans seuil			QD : Risque effets avec seuil			% ERI	% QD
	Cancérogènes Effet sans seuil (mg/m ³) ⁻¹	Non Cancérogènes Effet avec seuil (mg/m ³)	extérieur	Concentration de poussières dans l'air (mg/m ³)	ERI Air extérieur	ERI inhalation poussières	ERI Total	QD Air extérieur	QD inhalation poussières	QD Total		
HYDROCARBURES TOTAUX												
fraction aliphat. >C10-C12		1	4,45E-02	8,22E-09				5,889E-04	1,088E-10	5,889E-04		0,6%
fraction aliphat. >C12-C16		1	9,41E-03	8,22E-09				1,245E-04	1,088E-10	1,245E-04		0,1%
fraction aromat. >C10-C12		0,2	6,83E-03	8,22E-09				4,588E-04	5,442E-10	4,588E-04		0,5%
fraction aromat. >C12-C16		0,2	1,40E-03	8,22E-09				9,298E-05	5,442E-10	9,298E-05		0,1%
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS												
xylènes		0,2	2,88E-04	6,06E-11				1,909E-05	4,013E-12	1,909E-05		0,0%
METAUX												
arsenic	0,15	1,50E-05	/	5,68E-08	/	9,674E-12	9,674E-12	/	5,016E-05	5,02E-05	7,4%	0,1%
cadmium		3,00E-04	/	3,27E-09	/	/	/	/	1,445E-07	1,44E-07		0,0%
chrome		2,00E-03	/	9,24E-08	/	/	/	/	6,119E-07	6,12E-07		0,0%
cuivre		1,00E-03	/	2,53E-06	/	/	/	/	3,351E-05	3,35E-05		0,0%
mercure (volatil)		3,00E-05	2,10E-04	1,08E-08	/	/	/	9,263E-02	4,748E-06	9,263E-02		98,5%
nickel	0,17	2,30E-04	/	7,49E-08	/	1,446E-11	1,446E-11	/	4,314E-06	4,314E-06	11,1%	0,0%
plomb	0,012	9,00E-04	/	9,62E-07	/	1,310E-11	1,310E-11	/	1,416E-05	1,416E-05	10,1%	0,0%
zinc		/	/	1,94E-06	/	/	/	/	/	/		0,0%
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)												
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180)		5,00E-04	/	9,92E-10	/	/	/	/	2,628E-08	2,628E-08		0,0%
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
naphtalène	5,60E-03	0,037	1,12E-05	1,21E-10	7,092E-11	7,704E-16	7,092E-11	3,993E-06	4,338E-11	3,993E-06	54,5%	0,0%
acénaphthène			4,37E-06	7,20E-10								
acénaphthylène			2,69E-06	2,27E-10								
anthracène			9,20E-07	2,50E-09								
benzo(a)anthracène	0,11		1,68E-08	1,06E-08	2,101E-12	1,324E-12	3,425E-12				2,6%	
benzo(a)pyrène	1,1	2,00E-06	9,24E-10	6,29E-09	1,153E-12	7,851E-12	9,004E-12	6,116E-06	4,163E-05	4,775E-05	6,9%	0,1%
benzo(b)fluoranthène	0,11		3,77E-08	1,06E-08	4,713E-12	1,324E-12	6,037E-12				4,6%	
benzo(ghi)peryène	0,011		2,18E-10	3,71E-09	2,725E-15	4,635E-14	4,907E-14				0,0%	
benzo(k)fluoranthène	0,11		1,92E-10	5,00E-09	2,393E-14	6,243E-13	6,482E-13				0,5%	
chrysène	0,011		3,77E-08	1,21E-08	4,706E-13	1,513E-13	6,219E-13				0,5%	
dibenzo(ah)anthracène	1,2		9,46E-12	1,06E-09	1,288E-14	1,445E-12	1,457E-12				1,1%	
fluoranthène			8,06E-07	2,65E-08								
fluorène			1,09E-06	9,85E-10								
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,11		7,86E-12	4,92E-09	9,812E-16	6,148E-13	6,158E-13				0,5%	
phénanthrène			4,49E-06	8,33E-09								
pyrène			2,92E-07	1,52E-08								

TOTAL des voies d'exposition	7,94E-11	5,06E-11		9,39E-02	1,49E-04	
TOTAL général	1,30E-10		1,30E-10	9,41E-02		9,41E-02
Limite d'acceptabilité			1,00E-05			1

Légende		ERI	QD
EQRS et ARR	Compatible	< 1,00E-05	< 1
	Incompatible	> 1,00E-05	> 1

Tableau 34 : Grille de calcul pour l'ingestion accidentelle de sol et l'ingestion de végétaux – Enfant promeneur

FEUILLE DE CALCUL INGESTION			
SCENARIO ENFANT PROMENEUR			
Symbole	Paramètres	Valeur	Unité
T	Durée d'exposition	6	an
F	Fréquence d'exposition	58	jour/an
P	Poids corporel	15	kg
Tm canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	25550	jour
Tm non canc	Durée d'exposition moyennée pour les effets sans seuil	2190	jour
Qsol ingéré	Quantité de sol ingérée	9.10E-05	kg/jour
Qvégétaux	Quantité de végétaux ingérée	9.00E-03	kg frais/jour

Substances	VTR Ingestion		Ingestion accidentelle des sols de surface Teneurs sélectionnées dans les sols (mg/kg)	Ingestion de végétaux Concentration estimée dans les végétaux (mg/kg, plante fraîche)	ERI : Risque effets sans seuil			QD : Risque effets avec seuil			% ERI	% QD
	Cancérogènes Effet sans seuil (mg/kg/j) ¹	Non Cancérogènes Effet avec seuil (mg/kg/j)			ERI ingestion sol	ERI ingestion végétaux	ERI TOTAL	QD ingestion sol	QD ingestion végétaux	QD TOTAL		
COUPES HYDROCARBURES ALIPHATIQUES												
COUPES HYDROCARBURES AROMATIQUES												
C10-C12 aromatiques		0,04	2,17E+01	1,40E+00				5,230E-04	3,341E-03	3,864E-03		0%
C12-C16 aromatiques		0,04	2,17E+01	1,40E+00				5,230E-04	3,341E-03	3,864E-03		0%
C16-C21 aromatiques		0,03	1,83E+02	1,43E+00				5,881E-03	4,554E-03	1,043E-02		0%
C21-C35 aromatiques		0,03	4,73E+02	3,70E+00				1,520E-02	1,177E-02	2,697E-02		0%
METALX												
arsenic	1,8	4,50E-04	7,50E+01	7,50E-01	1,116E-05	1,103E-05	2,219E-05	1,807E-01	1,589E-01	3,196E-01	83%	5%
cadmium		3,57E-04	4,32E+00	5,94E-01				1,167E-02	1,586E-01	1,703E-01		2%
chrome		3,00E-01	1,22E+02	2,29E-01				3,920E-04	7,270E-05	4,647E-04		0%
cuiivre		1,40E-01	3,34E+03	3,34E+02				2,300E-02	2,275E-01	2,505E-01		4%
mercure		5,71E-04	1,42E+01	3,20E+00				2,397E-02	5,335E-01	5,575E-01		8%
nickel		2,80E-03	9,89E+01	1,48E+00				3,405E-02	5,051E-02	8,456E-02		1%
plomb	8,50E-03	5,00E-04	1,27E+03	1,43E+01	8,920E-07	9,925E-07	1,884E-06	2,449E+00	2,724E+00	5,173E+00	7%	73%
zinc		3,00E-01	2,56E+03	9,60E+02				8,226E-03	3,051E-01	3,133E-01		4%
HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES												
acénaphthène	0,001	0,06	9,50E-01	3,90E-02	7,850E-11	3,184E-10	3,969E-10	1,526E-05	6,191E-05	7,717E-05		0%
acénaphthylène	0,001		3,00E-01	1,20E-02	2,479E-11	9,789E-11	1,227E-10					0%
anthracène	0,01	0,3	3,30E+00	6,67E-02	2,727E-09	5,449E-09	8,176E-09	1,060E-05	2,119E-05	3,180E-05		0%
benzo(a)anthracène	0,1		1,40E+01	4,92E-02	1,157E-07	4,019E-08	1,559E-07					1%
benzo(a)pyrène	1	0,0003	8,30E+00	1,78E-02	6,858E-07	1,454E-07	8,312E-07	2,667E-02	5,654E-03	3,232E-02		3%
benzo(b)fluoranthène	0,1		1,40E+01	4,79E-02	1,157E-07	3,913E-08	1,548E-07					1%
benzo(ghi)peryène	0,01	0,03	4,90E+00	5,39E-03	4,049E-09	4,402E-10	4,489E-09	1,575E-04	1,712E-05	1,746E-04		0%
benzo(k)fluoranthène	0,1		6,60E+00	1,45E-02	5,454E-08	1,187E-08	6,641E-08					0%
chrysène	0,01		1,60E+01	5,26E-02	1,322E-08	4,297E-09	1,752E-08					0%
dibenzo(a,h)anthracène	1		1,40E+00	1,31E-03	1,157E-07	1,071E-08	1,264E-07					0%
fluoranthène	0,001	0,04	3,50E+01	2,74E-01	2,892E-09	2,239E-09	5,131E-09	8,435E-04	6,531E-04	1,497E-03		0%
fluorène	0,001	0,04	1,30E+00	3,77E-02	1,074E-10	3,079E-10	4,153E-10	3,133E-05	8,980E-05	1,211E-04		0%
indéno(1,2,3-cd)pyrène	0,1		6,50E+00	6,51E-03	5,371E-08	5,318E-09	5,903E-08					0%
naphthalène	0,12	0,02	1,60E+01	1,50E-02	1,586E-09	1,473E-08	1,631E-08	7,712E-06	7,159E-05	7,930E-05		0%
phénanthrène	0,001	0,04	1,10E+01	2,19E-01	9,089E-10	1,792E-09	2,701E-09	2,651E-04	5,228E-04	7,879E-04		0%
pyrène	0,001	0,03	2,00E+01	2,28E-01	1,653E-09	1,860E-09	3,512E-09	6,427E-04	7,232E-04	1,366E-03		0%
COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS												
xylénes		2,00E-01	8,00E-02	9,04E-03				3,856E-07	4,309E-06	4,695E-06		0%
POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)												
PCB - Somme des 6 (n°28, 52, 101, 138, 153, 180) - pour calcul QD		1,00E-05	1,29E+00	7,57E-04				1,244E-01	7,217E-03	1,316E-01		2%
PCB totaux : Somme des 6 x 5 - pour calcul ERI		2,00E+00	6,45E+00	3,78E-03	1,066E-06	6,186E-08	1,128E-06					4%

TOTAL des voies d'exposition	1,43E-05	1,24E-05	2,67E-05	2,89E+00	4,20E+00	7,08E+00
TOTAL général	2,67E-05			7,08E+00		
Limite d'acceptabilité	1,00E-05			1		

	Légende	ERI	QD
EQRS et ARR	Compatible	< 1,00E-05	< 1
	Incompatible	> 1,00E-05	> 1

Annexe 7

ENGAGEMENTS ET RESPONSABILITES EN MATIERE D'ETUDES

ENGAGEMENTS ET RESPONSABILITES APPLICABLES EN MATIERE D'ETUDES

Le présent document fait intégralement partie de notre offre d'étude ou de notre rapport d'étude et ne peut en aucun cas être dissocié de ladite offre ou dudit rapport.

Toute commande qui nous est adressée en matière d'étude emporte l'acceptation expresse des présentes conditions. Par étude, dans le présent document, on entend notamment tout diagnostic, suivi de nappe, évaluation des risques et les études de gestion des sites et sols pollués (IEM, ARR, plan de gestion, EQRS...).

Documents de référence :

SUEZ RR IWS Remediation France s'engage à effectuer son étude dans le respect des règles de l'art, de la réglementation relative à la gestion des sites pollués et des Normes NF s'appliquant à ce type de prestation.

Etendue de l'étude :

SUEZ RR IWS Remediation France ne peut souscrire en l'espèce qu'à obligation de moyen. La réalisation de l'étude sur demande du Client vaut acceptation de la méthode et des moyens utilisés pour ce faire.

Les conclusions et recommandations figurant dans l'étude sont émises sur la base et dans la limite des observations et analyses chimiques ayant pu être réalisées sur le site compte tenu (cumulativement) :

- de son accessibilité,
- de sa configuration (l'inaccessibilité d'une zone y empêchant toute investigation),
- de l'activité exercée sur le site,
- des informations communiquées par le Client ou recueillies lors de l'étude historique, sans que SUEZ RR IWS Remediation France en ait à vérifier l'exactitude,
- des événements futurs pouvant avoir une incidence sur le diagnostic et portés à la connaissance expresse de SUEZ RR IWS Remediation France,
- des moyens mis en œuvre décrits dans l'étude,

et ce, au moment où ont eu lieu les investigations.

De même, toute quantité de matériaux pollués exprimée dans l'étude ainsi que la nature identifiée de la pollution ne peuvent avoir qu'une valeur d'estimation et dépend des informations portées à la connaissance de SUEZ RR IWS Remediation France ou obtenues par elle au moment des investigations. La prestation de SUEZ RR IWS Remediation France dans le cadre de cette étude, ne constitue aucunement un engagement de sa part quant à la nature des éventuels travaux à prévoir, leur exécution et leur coût.

Faits exceptionnels nécessitant un nouvel accord des parties :

Le devis est établi sur la base de paramètres déterminés tels que la profondeur des sondages, la destination de l'étude, l'étendue estimée de la pollution notamment. En cas de survenance d'un événement nouveau non considéré au moment de l'élaboration du devis d'étude et venant en modifier de façon significative l'étendue, la nature ou la durée, SUEZ RR IWS Remediation France fera l'objet d'un accord écrit sur les conditions financières de l'étude ou le mode opératoire à employer, en vue d'adapter cette étude aux nouvelles conditions. Si le Client donne son accord sur les modifications proposées, l'étude se poursuivra selon les termes de l'accord écrit. Si le Client refuse, l'étude sera réalisée sur la base du devis non modifié sans que SUEZ RR IWS Remediation France ne puisse voir sa responsabilité engagée au titre notamment de la pertinence et l'exactitude des résultats de l'étude et l'exploitation qui pourrait en être faite.

Faits exceptionnels permettant la résiliation du marché :

SUEZ RR IWS Remediation France se trouverait libérée de ses engagements, sans que sa responsabilité ne puisse être engagée et sans qu'aucune indemnité ne soit due au Client si des événements imprévisibles survenaient au moment de l'établissement du devis ou de la réalisation de l'étude et venaient limiter ou empêcher la réalisation de la prestation, notamment en cas de :

- construction de nouvelles structures sur ou à proximité du site ayant un effet contraignant,
- modification des conditions d'exploitation d'infrastructures sur et/ou à proximité du site,
- survenance d'un événement remettant en cause l'équilibre économique général de la prestation d'étude.

Confidentialité :

Toute information, quels qu'en soient la nature ou le support, communiquée par SUEZ RR IWS Remediation France au Client, à l'occasion de la prestation ou à laquelle SUEZ RR IWS Remediation France pourrait avoir accès à l'occasion de l'exécution de celle-ci, est soumise à une diffusion restreinte aux personnes intervenant dans ce cadre. En conséquence, le Client destinataire de l'information ne peut l'utiliser et la communiquer aux tiers que moyennant l'accord préalable et exprès de l'autre. Sont confidentiels par nature : le savoir-faire, les procédés de fabrication et les moyens de contrôle, les données économiques et commerciales.