

**SITA REMEDIATION**

la terre au sens propre 

# GRAND PORT MARITIME DU HAVRE

Diagnostic de qualité des sols et  
Plan de gestion du Quai JOANNES –  
Tranche ferme  
LE HAVRE (76)

Réalisé pour :  
GPMH

Terre Plein de la Barre  
BP 1413  
76 0670 LE HAVRE CEDEX



*Rapport final  
N7 12 055.0 – Octobre 2012  
Version 1 finale*

**Agence Normandie**  
Parc du Manoir  
76170 LILLEBONNE  
Tel : +33 (0)2 35 39 89 59  
Fax : +33 (0)2 35 38 31 45  
[www.sitaremediation.fr](http://www.sitaremediation.fr)

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



# Rapport final – Tranche ferme N7 12 055 0 – version 1 finale

Quai JOANNES  
Grand Port Maritime du Havre  
LE HAVRE (76)

## Diagnostic de qualité des sols et Plan de gestion

**Nombre d'exemplaires à diffuser**

4 + 1 reproductible versions papier + 1 CD-ROM au format JPEG

**A adresser à :**

M. MORO

Auteur	Vérificateur	Approbateur
<b>Anne-Kevine ROBIN</b> Ingénieur d'études <b>Chef de projet</b>  <b>Marie-Annick JAOUEN</b> Ingénieur d'affaires	<b>Astrid CANITROT</b> Ingénieur d'études	<b>Gilles VALLEE</b> Directeur agence Normandie <b>Superviseur</b>

Version	Date	Modifications - Observations
Version 0	26/10/12	Etablissement du document pour avis
Version 1	28/11/12	Rapport final

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

**SERVICE CERTIFIÉ** **SERVICE CERTIFIÉ** **SERVICE CERTIFIÉ**

**SITES ET SOLS POLLUÉS** **SITES ET SOLS POLLUÉS** **SITES ET SOLS POLLUÉS**

NF X 31-620-2 **ÉTUDES, ASSISTANCE ET CONTRÔLE** NF X 31-620-3 **INGÉNIEURIE DES TRAVAUX DE RÉHABILITATION** NF X 31-620-4 **EXÉCUTION DES TRAVAUX DE RÉHABILITATION**

**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 Environnement**

**Agence Normandie**

Parc du Manoir  
76170 LILLEBONNE  
Tel : +33 (0)2 35 39 89 59  
Fax : +33 (0)2 35 38 31 45  
[www.sitaremediation.fr](http://www.sitaremediation.fr)

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

## SOMMAIRE

<b>I</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>8</b>
<b>II</b>	<b>SOURCES D'INFORMATIONS.....</b>	<b>9</b>
	1.. Documents consultés.....	9
	2.. Documents de référence .....	10
<b>III</b>	<b>METHODOLOGIE GENERALE.....</b>	<b>11</b>
<b>IV</b>	<b>ETUDE DE VULNERABILITE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE (A120).....</b>	<b>12</b>
	1.. Cadre géologique .....	12
	2.. Cadre hydrogéologique .....	12
	3.. Cadre hydrologique .....	13
	3 -1. Précipitations .....	13
	3 -2. Caractère inondable .....	13
	3 -3. Eaux superficielles .....	13
	4.. Usage de l'eau dans la zone d'étude .....	13
	4 -1. Captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP) .....	13
	4 -2. Captages d'Alimentation en Eau Industrielle (AEI) .....	14
	4 -3. Captages d'Alimentation en eau Agricole (AEA) .....	14
	5.. Patrimoine biologique .....	14
	6.. Risques majeurs .....	14
	7.. Synthèse de l'étude de vulnérabilité .....	15
<b>V</b>	<b>DESCRIPTION DU SITE (A100- A110) .....</b>	<b>16</b>
	1.. Situation géographique.....	16
	2.. Historique du site.....	17
	3.. Etude environnementales précédentes .....	18
	4.. Futur aménagement de la zone d'étude.....	19
<b>VI</b>	<b>RECONNAISSANCES MENÉES PAR SITA REMEDIATION (CPIS) .....</b>	<b>19</b>
	1.. Sécurité.....	19
	2.. Sondages (A200) .....	19
	3.. Echantillonnage et mesures in situ (A200-A210).....	21
	3 -1. Prélèvements de sol (A200) .....	21
	3 -2. Prélèvements d'eau (A210) .....	21
	4.. Analyses en laboratoire.....	21
	4 -1. Analyse de sol (A200) .....	21
	4 -2. Analyse d'eau souterraine (A210).....	23
	5.. Valeurs de référence .....	23
	5 -1. Qualité des sols .....	23
	5 -2. Qualité des eaux souterraines.....	24
<b>VII</b>	<b>RESULTATS (CPIS) .....</b>	<b>25</b>
	1.. Géologie.....	25
	2.. Observations et mesures de terrain .....	25
	2 -1. Sols.....	25
	2 -2. Eaux souterraines.....	27
	3.. Analyses en laboratoire.....	27
	3 -1. Sols.....	27
	3 -2. Eaux souterraines.....	31
<b>VIII</b>	<b>BILAN DE LA QUALITE DES MILIEUX .....</b>	<b>33</b>
	1.. Etat de la qualité des sols.....	33
	2.. Etat de la qualité des eaux souterraines .....	33

<b>IX</b>	<b>DEMARCHE GLOBALE DU PLAN DE GESTION .....</b>	<b>33</b>
1.	Objectifs du plan de gestion .....	33
2.	Objectifs de maîtrise des sources .....	34
3.	Objectifs de maîtrise des impacts .....	35
<b>X</b>	<b>PLAN DE GESTION .....</b>	<b>35</b>
1.	Etablissement du schéma conceptuel avant application des mesures de gestion	35
1 -1.	Bilan de la qualité des milieux .....	35
1 -2.	Usage et aménagements .....	35
1 -3.	Voies de transfert potentielles en l'état actuel .....	36
1 -4.	Cibles potentielles (enjeux à protéger) .....	36
1 -5.	Evaluation sommaire des risques et schéma conceptuel.....	37
2.	Plan de gestion.....	39
2 -1.	Problématique.....	39
2 -2.	Réserves et hypothèses .....	39
2 -3.	Proposition de mesures de gestion des sols .....	40
2 -4.	Proposition de mesures de gestion des eaux souterraines .....	45
2 -5.	Détail des mesures de gestion à mettre en œuvre .....	45
3.	Analyse des risques résiduels prédictive .....	49
3 -1.	Objectifs et méthodologie .....	49
3 -2.	Mesures de gestion prises en compte.....	49
3 -3.	Schéma conceptuel après application des mesures de gestion .....	50
3 -4.	Evaluation de la qualité des milieux .....	50
3 -5.	Comparaison aux valeurs de référence.....	51
3 -6.	Evaluation des risques sanitaires.....	54
3 -7.	Analyses des incertitudes.....	57
<b>XI</b>	<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>60</b>

## LISTE DES ANNEXES

### **Annexe 1 : Plans de situation**

- Figure 1 : Situation géographique générale 1/200 000
- Figure 2 : Situation géographique détaillée 1/25 000

### **Annexe 2 : Géologie et hydrogéologie**

- Figure 1 : Extrait des cartes géologiques du Havre, n°74 et n°97 au 1/50 000
- Figure 2 : Légende de la carte géologique
- Figure 3 : Extrait de la carte hydrogéologique de la Seine-Maritime au 1/100 000

### **Annexe 3 : Plan du site et de son aménagement futur**

### **Annexe 4 : Diagnostic de 2012**

- Figure 1 : Plan d'implantation du site
- Figure 2 : Coupes lithologiques lors du diagnostic de 2012
- Figure 3 : Fiches de prélèvements des eaux souterraines

### **Annexe 5 : Bordereaux d'analyses**

### **Annexe 6 : Cartographie des résultats d'analyse**

### **Annexe 7 : Schéma conceptuel**

### **Annexe 8 : Analyses des risques résiduels (ARR) prédictive**

- Figure 1 : Propriétés physico-chimiques et toxicologiques des substances
- Figure 2 : Paramètres de modélisation
- Figure 3 : Modèle de transfert
- Figure 4 : Résultats des calculs de risques

### **Annexe 9 : Engagement et responsabilité en matières d'études**



## SYNTHESE NON TECHNIQUE

Le Grand Port Maritime du Havre (GPMH) est propriétaire de l'ensemble des terrains localisés des silos à sucre jusqu'au rond point du môle central, le long du quai JOANNES, au Havre (76). L'ensemble de la zone d'étude est composé de hangars de stockage (céréales, fruits...), de la gare maritime (accueil de visiteurs et spectacles culturels), de zones de stockage de matériaux de démolition, de bâtiments administratifs, d'une voie ferrée, de l'avenue Lucien Corbeaux, de différentes entreprises, des silos à sucre et de parkings (poids lourds et véhicules légers).

Dans le cadre d'un futur aménagement de la zone (création d'une usine de fabrication et d'assemblage de pièces métalliques de gros volume ainsi qu'un terre plein d'opérations de stockage et d'assemblage), le GPMH souhaite réaliser un diagnostic de sol (« Etat Zéro ») et un Plan de Gestion de la pollution potentielle du site. Le plan d'aménagement de la future zone d'étude n'est pas encore finalisé au stade de la rédaction de ce rapport. A la demande du GPMH, nous nous baserons sur la topographie actuelle des terrains comme référence pour la topographie globale du terrain futur réaménagé (pas de décaissement généralisé sur le site). Néanmoins, des décaissements ponctuels sur une profondeur de 1 à 2 m pourront être nécessaires.

L'objectif de cette étude est de :

- déterminer la qualité des sols au droit de zones sources potentielles de pollution,
- savoir si la qualité actuelle du sous-sol est compatible avec un futur usage de type industriel,
- définir les mesures de gestion les plus adaptées pour le site, dans le cadre de ce futur usage.

Ainsi, des investigations ont été mises en œuvre pour déterminer la qualité des milieux (sol et eaux souterraines).

L'ensemble des investigations menées sur le site a mis en évidence la présence de 5 zones principales de pollution :

- **zone source n°1** : à proximité d'un transformateur PCB (H52/H53), pollution des sols en PCB en surface. Le volume de terres polluées est estimé à 72 m<sup>3</sup>.
- **zone source n°2** : au droit de l'ancien bâtiment H53, pollution des sols en HAP en profondeur, le volume de terres polluées est estimé à 810 m<sup>3</sup> (ce volume sera ajusté lors de la réalisation du diagnostic de la tranche conditionnelle).
- **zone source n°3** : au droit de l'ancien bâtiment H53, pollution des sols en métaux en surface, le volume de terres polluées est estimé à 36 m<sup>3</sup>.
- **zone source n°4** : le long de la voie de chemin de fer, pollution des sols en métaux en surface, le volume de terres polluées est estimé à 36 m<sup>3</sup>.
- **zone source n°5** : au droit de l'ancien bâtiment H16, pollution des sols en métaux et HAP, en surface et en profondeur, le volume de terres polluées est estimé à 810 m<sup>3</sup>.

Le plan de gestion a permis d'étudier et de comparer les différentes solutions de gestion de la pollution conformément aux objectifs de la méthodologie nationale de gestion des sites pollués. Les mesures proposées, validées d'un point de vue sanitaire par l'ARR prédictive, sont les suivantes :

- action sur les sources :
  - ZS n°1 : excavation et traitement hors site des terres polluées par les PCB,
  - ZS n°3 et 4 : Actions sur la source qu'en cas d'excavation lors du projet d'aménagement,
  - ZS n°5 : diagnostic complémentaire lors de la réalisation de la tranche conditionnelle et excavation et traitement hors site des terres polluées par les HAP,

- mise en place de restrictions d'usage :
  - l'obligation d'isoler toute canalisation enterrée d'Alimentation en Eau Potable qui sera mise en place sur site, des terres encaissantes,
  - l'interdiction d'utilisation des eaux souterraines au droit du site,
  - maintien en bon état des revêtements de surface,
  - l'obligation de prise en compte de la qualité résiduelle du sous-sol du terrain en cas de modification des aménagements pris en compte dans le cadre de ce rapport,
- suivi de la qualité des eaux souterraines au droit du site.

Afin d'assurer la pérennité de ces restrictions d'usage, l'acte les instituant devra prévoir l'obligation pour les acquéreurs successifs de s'y soumettre, et de les faire figurer dans les actes de cession du terrain avec tous les documents afférents à la qualité du sous-sol du site (diagnostics de pollution, rapports de surveillance, rapports de travaux, plan de gestion, etc.).

## I INTRODUCTION

Le Grand Port Maritime du Havre (GPMH) est propriétaire de l'ensemble des terrains localisés des silos à sucre jusqu'au rond point du môle central, le long du quai JOANNES, au Havre (76). L'ensemble de la zone d'étude est composé de hangars de stockage (céréales, fruits...), de la gare maritime (accueil de visiteurs et spectacles culturels), de zones de stockage de matériaux de démolition, de bâtiments administratifs, d'une voie ferrée, de l'avenue Lucien Corbeaux, de différentes entreprises, des silos à sucre et de parkings (poids lourds et véhicules légers).

Dans le cadre d'un futur aménagement de la zone (création d'une usine de fabrication et d'assemblage de pièces métalliques de gros volume ainsi qu'un terre plein d'opérations de stockage et d'assemblage), le GPMH souhaite réaliser un diagnostic de sol (« Etat Zéro ») et un Plan de Gestion de la pollution potentielle du site.

Le plan d'aménagement de la future zone d'étude n'est pas encore finalisé au stade de la rédaction de ce rapport. A la demande du GPMH, nous nous baserons sur la topographie actuelle des terrains comme référence pour la topographie globale du terrain futur réaménagé (pas de décaissement généralisé sur le site). Néanmoins, des décaissements ponctuels sur une profondeur de 1 à 2 m pourront être nécessaires.

L'ensemble des bâtiments existants et zones de stockage des matériaux de démolition fera l'objet d'une étude de pollution une fois démolis et une fois les matériaux déplacés dans le cadre d'une tranche conditionnelle, réalisable dans un délai de 2 ans après la tranche ferme.

Conformément à la méthodologie mise en place par le ministère chargé de l'environnement en février 2007, toute démarche de gestion de site potentiellement pollué repose sur l'état des lieux du site. Il est établi à l'aide d'une étude documentaire sur l'historique du site et la vulnérabilité de son environnement, et de reconnaissances de terrain (cf. portail officiel du MEDDE <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Sites-et-sols-pollues-.html>).

Le présent rapport présente l'étude documentaire ainsi que les résultats des investigations menées dans les milieux les plus pertinents (diagnostic de phase I).

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

1. **Evaluer la qualité des milieux sols sur site,**
2. **Evaluer la qualité des milieux** eaux souterraines et superficielles,
3. **Evaluer la vulnérabilité du site** par rapport à l'environnement.

Le présent rapport est le rapport final incluant le diagnostic et le plan de gestion de l'ensemble de la tranche ferme.

**A 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 8, cette annexe faisant partie intégrante et indissociable de l'ensemble du présent document.**



## II SOURCES D'INFORMATIONS

L'historique du site et sa vulnérabilité s'appuient sur les documents, organismes et communications orales exposés dans les paragraphes suivants.

### 1. Documents consultés

#### Documents fournis par GPMH :

- Plan d'implantation des transformateurs et des cuves sur la zone d'étude,
- Etat des transformateurs,
- Plan d'implantation des sondages et piézomètres lors de l'étude géotechnique.

#### Photographies aériennes :

- cliché de **1952**,
- cliché de **1961**,
- cliché de **1970**,
- cliché de **1973**,
- cliché de **1983**,
- clichés de **1988**,
- cliché de **1991**,
- cliché de **1994**,
- cliché de **1999**,
- cliché de **2006**,
- cliché de **2008**,
- cliché de **2009**,
- cliché de **2011**,

#### Géographie / Géologie / Hydrogéologie / Hydrologie :

- carte topographique IGN au 1/25 000 n°1710 ET,
- cartes géologiques BRGM au 1/50 000 n°97 (Le Havre) et n°74 (Montivilliers-Etretat),
- carte hydrogéologique de Seine-Maritime au 1/100 000,
- Site Internet des agences de l'eau ([www.gesteau.eaufrance.fr](http://www.gesteau.eaufrance.fr))
- Site Internet du BRGM ([infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr)).

#### Sites et sols pollués :

- Base de données des anciens sites industriels (base de données BASIAS) : <http://basias.brgm.fr>,
- Pollution des sols (base de données BASOL) : <http://basol.environnement.gouv.fr>.

#### Historique :

- Site Internet de la DREAL Haute-Normandie : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/> et <http://www.installationsclassees.ecologie.gouv.fr/>,
- Sites Internet [ign.fr](http://ign.fr) et Google Maps pour les photographies aériennes.

Vulnérabilité :

- Agence de l'Eau Seine Normandie <http://www.eau-seine-normandie.fr>, Direction Régionale de l'Environnement Bassin Seine Normandie, Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2010-2015,
- Site Internet des agences de l'eau <http://www.gesteau.eaufrance.fr>,
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, historique des captages d'eau à usage industriel par département et par commune, années 1996 à 2000, département de la Seine-Maritime,
- Site Internet Portail de la prévention des risques majeurs <http://www.prim.net>,
- Site Internet de la direction départementale des territoires et de la mer de la Seine-Maritime : <http://www.seine-maritime.equipement.gouv.fr/>,
- Site Internet concernant les captages et leurs périmètres de protection en Basse et Haute-Normandie : <http://www.arshn-perimetre-de-protection.fr>.

## **2. Documents de référence**

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

- documents relatifs à la réglementation présentés sur le site officiel du ministère chargé de l'environnement concernant les sites pollués : <http://www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr/>
- note ministérielle du 8 février 2007 sur les modalités de gestion et réaménagement des sites pollués,
- norme AFNOR NF X31-620 « Qualité du sol – Prestations de services relatives aux sites et sols pollués », juin 2011.

## III METHODOLOGIE GENERALE

Conformément à la demande du GPMH, l'objectif de cette étude de déterminer la situation exacte et l'étendue de la pollution.

Dans ce contexte, conformément à la méthodologie des sites et sols pollués et à la norme NFX 31-620 de juin 2011, la démarche suivante a été proposée :

**Tableau 1 : Prestations proposées selon la codification de la norme NFX 31-620 de juin 2011 – Rapport final**

Eléments de la mission selon la norme NF X 31-620		
Prestation globale	Prestations élémentaires	
PG : Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site	A100	Visite de site
	A110	Etude historique
	A120	Etude de vulnérabilité des milieux
	CPIS	Conception de programmes d'investigations ou de surveillance, mise en œuvre et interprétation des résultats compte tenu des schémas conceptuel
	A200	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols
	A210	Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines
	A320	Analyse des enjeux sanitaires
	A330	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts avantages

## **IV ETUDE DE VULNERABILITE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE (A120)**

### **1. Cadre géologique**

A une échelle régionale, la zone d'étude est implantée dans l'estuaire de la Seine. Localement, elle est située à proximité des bassins portuaires Quai Bellot et Bassin Théophile Ducrocq, et par là même, dans une zone géographique soumise à l'influence des marées.

D'après les cartes géologiques du Havre et la banque de données du Sous-Sol, le sous-sol est constitué, du plus récent (en surface) au plus ancien (en profondeur) par :

- une série alluvionnaire d'une trentaine de mètres d'épaisseur, représentée successivement par des remblais récents et divers (cailloutis, blocs, bétons...), des sables silteux, des sables gris (correspondant à des dépôts marins), des silts sableux (avec passages argileux à leur base) puis un mélange de galets, graviers et sables (10 mètres d'épaisseur en moyenne),
- un bed-rock marneux d'âge Jurassique supérieur dont le toit, à 30 mètres de profondeur, est constitué par des argiles noires (argiles de Villerville).

Des extraits des cartes géologiques du Havre et leur légende sont présentés en **annexe 2, figures 1 et 2**.

L'épaisseur et la nature des remblais présents sur les terrains naturels sont variables d'un secteur à l'autre au droit de la zone d'étude.

### **2. Cadre hydrogéologique**

D'un point de vue hydrogéologique, il existe une nappe principale dans les graviers de base et une nappe superficielle moins importante dans les graviers superficiels. Les deux nappes sont plus ou moins en relation hydraulique. Un extrait de la carte hydrogéologique de la Seine-Maritime au 1/100 000 est présenté en **annexe 2, figure 3**.

Aussi, au droit du site, il existe une nappe superficielle, ou du moins des circulations d'eau, entre 2,7 et 4 mètres de profondeur pouvant être en relation avec la nappe des graves de fond (base de la série alluvionnaire : mélange de graviers, galets et sables).

Les données actuelles ne permettent pas d'individualiser plusieurs niveaux d'eau, mais étant donnée la nature du sous-sol, cette hypothèse n'est pas à exclure.

Compte tenu du contexte décrit précédemment, le sens d'écoulement des eaux souterraines est très perturbé à l'échelle du site.

Le sens d'écoulement est supposé orienté vers le sud ou le sud-ouest, sans tenir compte des perturbations locales pouvant modifier le sens d'écoulement (marnage, hétérogénéité des sols et des perméabilités des terrains, présence de structures souterraines, présence de quais...).

Les eaux souterraines présentes au droit du site sont essentiellement alimentées par la pluviométrie et les intrusions saumâtres. D'une façon générale, les écoulements se font du site vers le bassin portuaire Théophile Ducrocq, dont le niveau varie avec l'influence des marées (le bassin Bellot est un bassin fermé par un système d'écluse, le marnage y est modéré), puis la mer. Des inversions temporaires en période de marée haute peuvent cependant être observées dans les secteurs les plus perméables.

### 3. Cadre hydrologique

#### 3 -1. Précipitations

Selon les données climatiques de Météo France, la pluviométrie moyenne au Havre est modérée, de l'ordre de 700 mm/an. Cet impluvium se répartit préférentiellement sur les périodes automnale et hivernale (septembre à janvier).

#### 3 -2. Caractère inondable

La Ville du Havre n'a pas édicté de limite de construction relative aux risques d'inondation de la zone d'étude. Le risque inondation est considéré comme très faible au-dessus de la cote 9,70 m CMH (cote maritime du Havre), et comme négligeable au-dessus de la cote 10 m CMH.

L'inondabilité de la zone industrielle du Havre est déterminée par deux paramètres dont les actions mutuelles peuvent se conjuguer : les niveaux de la Seine et les niveaux de la mer.

Au droit du site, les principales inondations sont dues à des surcotes des marées.

#### 3 -3. Eaux superficielles

La zone d'étude se situe dans la zone portuaire du Havre où de nombreux bassins sont recensés (utilisés dans le cadre des activités portuaires). Elle se situe par ailleurs à environ 2 km au nord de l'embouchure de la Seine.

La zone d'étude est bordée immédiatement au sud par le bassin portuaire Théophile Ducrocq et au nord par le quai Bellot.

Le bassin Théophile Ducrocq est en liaison directe avec la mer et subit, de ce fait, l'influence marine (marnage, marée, vidange portuaire) contrairement au quai Bellot qui fait partie des bassins à flot du port sans communication directe avec la mer (niveau quasi constant, en relation avec la mer via le sas Quinette).

Toutes activités nautiques de loisirs (y compris baignade) et pêche sont strictement interdites dans les bassins mitoyens.

### 4. Usage de l'eau dans la zone d'étude

Les informations relatives aux captages et prises d'eau dans le secteur d'étude ont été collectées auprès de l'ARS de Haute-Normandie, de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et sur la Banque de données du Sous-sol (BSS).

#### 4 -1. Captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP)

Compte tenu de leur faible perméabilité ou de leur caractéristiques physico-chimiques médiocres (salinité), les formations aquifères présentes au droit du site ne sont pas exploitées à des fins d'AEP.

Deux sources exploitées à des fins AEP sont recensées dans un secteur de 5 km autour du site. Leurs caractéristiques sont présentées dans le tableau suivant et sous forme cartographique en **annexe 3**.

**Tableau 2 : Captages AEP dans la zone d'étude**

Identification	Localisation / site	Position hydraulique/site	Ressource captée	Vulnérabilité
00746S0154/HY ROUELLES (eau collective)	4,1 km au nord-ouest	Indépendante (nappe craie)	Source	Non
00972X0953/C Ville du HAVRE	4,5 km au nord-ouest	Indépendante (nappe craie)	Source	Non



Les deux ouvrages AEP recensés dans le secteur d'étude ne sont pas vulnérables à une éventuelle pollution issue du site compte tenu de leur position hydraulique indépendante vis-à-vis des eaux souterraines rencontrées au droit du site.

#### 4 -2. Captages d'Alimentation en Eau Industrielle (AEI)

Plusieurs captages pour un usage industriel sont recensés dans la zone d'étude. Les caractéristiques des ouvrages présents dans un rayon de 5 km sont présentées dans le tableau suivant.

**Tableau 3 : Captages AEI dans la zone d'étude**

Identification	Localisation / site	Position hydraulique/site	Ressource captée	Vulnérabilité
00972G1027/F LE HAVRE	1,8 km au nord	Indépendante*	Eaux souterraines	Non
00972G1028/F1 Usine MAZELINE LE HAVRE	2,6 km au nord	Indépendante*	Eaux souterraines	Non
00972G1029/F2 Usine MAZELINE LE HAVRE	2,6 km au nord	Indépendante*	Eaux souterraines	Non
00972H00975/F Verreries de Graville LE HAVRE	2,9 km au nord/nord-est	Indépendante*	Eaux souterraines	Non
00972H1159/F LE HAVRE (pompe à chaleur)	3,2 km au nord/nord-est	Indépendante*	Eaux souterraines	Non

\*présence de bassins portuaires entre le site et les captages jouant le rôle de barrière hydraulique

Compte tenu de leurs positions hydrauliques indépendantes, les captages à usage industriel recensés ne sont pas vulnérables à une éventuelle pollution issue du site.

#### 4 -3. Captages d'Alimentation en eau Agricole (AEA)

D'après les informations de la Banque de données du Sous-Sol (BSS), aucun captage à usage agricole n'est recensé dans un rayon de 5 km autour du site.

### 5. Patrimoine biologique

D'après les informations récoltées auprès de la BSS, plusieurs zones naturelles remarquables (NATURA 2000, ZICO, ZNIEFF) sont présentes à 3 km au sud du site dans l'estuaire de la Seine, mais la zone d'étude ne se situe dans aucun périmètre de protection établi au titre du patrimoine naturel.

### 6. Risques majeurs

D'après les informations recueillies auprès du site Internet Prim.net, la commune du Havre est concernée par les risques suivants :

- inondation,
- mouvement de terrain,
- phénomène lié à l'atmosphère - Tempête et grains (vent),
- risque industriel,
- transport de marchandises dangereuses.

## 7. Synthèse de l'étude de vulnérabilité

L'étude de vulnérabilité de l'environnement du site a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

- la présence de terrains alluvionnaires représentés successivement par des remblais récents et divers, des sables plus ou moins silteux, des galets, sables et graviers, surmontant un bed-rock marneux dont le toit situé vers 30 m de profondeur est constitué par des argiles noires,
- présence d'une nappe superficielle entre 2,7 et 4 m de profondeur, dont les écoulements sont très perturbés au droit de la zone d'étude : ils se font essentiellement vers le bassin portuaire situé à proximité immédiate (Théophile Ducrocq situés au sud de la zone d'étude) mais des inversions temporaires en période de marée haute peuvent être observées,
- présence de bassin portuaire à proximité immédiate de la zone d'étude (bassin Théophile Ducrocq et Quai Bellot situés respectivement au sud et au nord), et de l'embouchure de la Seine à 2 km au sud. Les eaux de ces bassins portuaires sont interdites à la baignade, au sport nautique et à la pêche.
- absence d'usage vulnérable des eaux souterraines et superficielles.

Compte tenu de la présence d'une nappe à faible profondeur au droit du site et de la proximité de bassins portuaires exutoires de la nappe, les eaux souterraines et les eaux superficielles sont vulnérables vis-à-vis d'une éventuelle pollution issue du site. Cependant, aucun usage sensible n'y est recensé.

## V DESCRIPTION DU SITE (A100- A110)

La description du site et son historique sont basés sur la visite du site du 26 mars 2012 et sur les informations transmises par le GPMH.

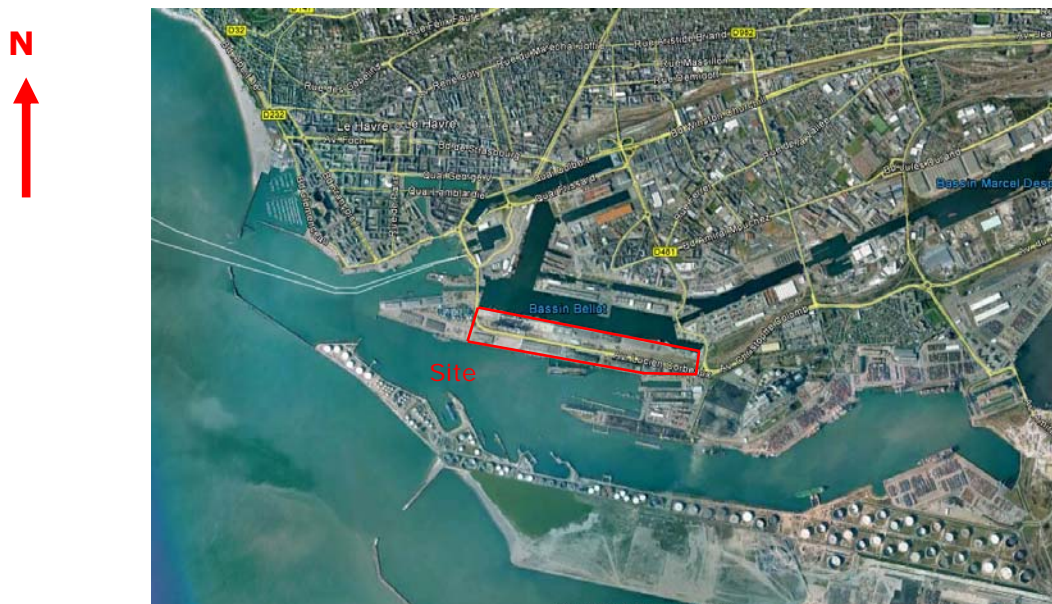
### 1. Situation géographique

Le site étudié est implanté dans la zone portuaire et industrielle, sur la commune du Havre dans le département de la Seine-Maritime (76) (cf. situation géographique générale et détaillée en **annexe 1, figures 1 et 2**).

La zone d'étude se trouve à environ 4 m NGF (Nivellement Général de la France) d'altitude. La zone d'étude est bordée :

- au nord, par le bassin Bellot puis par le quartier des Docks du havre,
- à l'ouest, par l'avenue Lucien Corbeaux et par la zone portuaire et industrielle « Port 3780 et 3790 »,
- au sud, par le Bassin Théophile Ducrocq puis par le Terminal minéralier et la digue Charles Laroche et par l'embouchure de la Seine,
- à l'est, par le rond point du Môle Central et par la zone industrielle et portuaire du Havre.

**Figure 1: photographie aérienne (source Google Earth)**



Les premières habitations se trouvent à 300 m au nord.

La zone d'étude s'étend sur environ 46 ha dont 36,7 ha ont été diagnostiqués en tranche ferme. Cette zone est composée de :

- silos de sucre (tranche conditionnelle) (ICPE soumise à autorisation),
- hangars de stockages (céréales, fruits...), hangars 15, 17, 52 et 54 (tranche conditionnelle),
- la gare maritime (tranche conditionnelle),

- bâtiments administratifs, bâtiments A et B (tranche conditionnelle),
- zones de stockage de matériaux de démolition, ancien hangar 16 et 53 (tranche conditionnelle),
- diverses entreprises (APROCHIM, SEA INVEST...) (tranche conditionnelle),
- zones de parking (tranche ferme),
- l'avenue Lucien Corbeaux (tranche ferme),
- une voie ferrée (tranche ferme),
- zones de circulation ou stockage divers (tranche ferme),
- zones de parkings (tranche ferme).

## 2. Historique du site

La partie historique a été élaborée à partir des photos aériennes issues de la base de données du GPMH. Les principales dates clef de l'historique du site sont récapitulées dans le tableau 4 ci-après.

**Tableau 4 : Dates clef de l'historique du site**

Dates	Evènement
1952	L'ensemble de la zone est occupé par différents bâtiments : - bâtiments A+B, dont l'extension va jusqu'au rond point du môle central, - hangar 18 (partie ouest), à l'est de ce hangar une zone de stockage est présente, - hangars 16, 17 et gare maritime, en bordure du quai Joannes, - hangar 51 et hangar 52, le long du quai Hermann du Pasquier, - hangar 53 et partie ouest du hangar 54, le long du quai Hermann du Pasquier, - hangar quai Rochambeau, - bâtiment en face du hangar 17, le long de l'avenue Lucien Corbeaux. La voie ferrée à l'est de la zone d'étude est également présente et largement utilisée. Le reste des terrains sert de zone de stockage.
1961	De nouveaux bâtiments sont présents : - hangar 15, le long du quai Joannes, - hangars 55, 56, 57 et 58, à l'est du hangar 54, le long du quai Hermann du Pasquier, - hangar 54 (entièrement terminé), - un seul hangar 18 (regroupement H18 ouest et H18 est), le long du quai Joannes.
1970	Création d'une partie du silo central en face du hangar 52.
1973	Le silo central est terminé.
1983	Un appontement est présent le long du quai Joannes, en face du hangar 17.
1988	Le hangar 18 est séparé en deux parties H18 ouest et H18 est. Les silos ouest et est de part et d'autre du silo central sont créés.
1991	La voie ferrée semble être moins utilisée le long du quai Rochambeau. Le bâtiment, présent en face du hangar 17 et de la gare maritime, le long de l'avenue Lucien Corbeaux, est détruit.
1999	Le bâtiment le long du quai Rochambeau est détruit.
2006	Certains bâtiments ne sont plus présents à cette date : - hangar 16, le long du quai Joannes, - hangars 55,57 et 58, le long du quai Hermann du Pasquier.
2008	Les hangars 51, 53 et 56 le long du quai Hermann du Paquier, sont détruits. La partie ouest du hangar 54 n'existe plus. L'appontement en face du hangar 17 n'est plus présent.
2009	Le hangar 18 n'existe plus, la zone sert de stockage pour des gravats. Le bâtiment B est raccourci dans sa partie est.

Les bâtiments ont servi de zone de stockage pour différents types de matériaux dont le détail est présenté dans le tableau suivant.

**Tableau 5 : Utilisation des différents bâtiments**

Bâtiments	Utilisation
Bâtiment A	bureaux
Bâtiment B	bureaux
Hangar 18	marchandises destinées au Paquebot France
Gare maritime	réception de grands publics
Hangar 17	stockage de céréales

Bâtiments	Utilisation
Hangar 16	stockage de céréales
Hangar 15	stockage de céréales
Silos	silos à sucre et à céréales
Hangar 51	non connu
Hangar 52	stockage de sucre
Hangar 53	non connu
Hangar 54	stockage de fruits
Hangar 55	non connu
Hangar 56	non connu
Hangar 57	non connu
Hangar 58	non connu
bâtiment quai Rochambeau	non connu

D'après les informations fournies par le GPMH, la zone d'étude possède 6 cuves fuel et 18 transformateurs localisés comme suit :

- dans le hangar 54 : une cuve en sous-sol de 3 m<sup>3</sup>,
- dans le bâtiment de la société APROCHIM (produits phytosanitaires) : une cuve aérienne de 4 m<sup>3</sup>,
- dans le bâtiment de la société SEA INVEST (entrepôt frigorifique) : une cuve enterrée de 4 m<sup>3</sup>,
- dans le bâtiment de la société SEA TRUCK : une cuve aérienne de 3 m<sup>3</sup>,
- dans la gare maritime : deux cuves enterrées de 20 m<sup>3</sup>,
- devant le hangar 52 (n°502) : deux transformateurs huiles (teneurs en PCB entre 137 et 337 ppm),
- entre les hangars 52 et 54 (n°500) : un ancien transformateur PCB (détruit en 2008) et deux transformateurs encore en place (teneurs en PCB entre 23 et 48 ppm),
- entre les hangars 15 et 17 (n°501) : un ancien transformateur PCB (détruit en 2008) et quatre transformateurs encore en place (teneurs en PCB entre 184 et 390 ppm),
- devant le hangar 54 (n°32) : deux transformateurs huiles (teneurs en PCB <50 ppm),
- devant le hangar 54 (n°33) : un transformateur huile (teneur en PCB <50 ppm),
- devant le bâtiment de la société APROCHIM (n°901) : un ancien transformateur PCB (détruit en 2008),
- dans la gare maritime (n°38) : un transformateur huile (teneur en PCB <50 ppm),
- devant la gare maritime (n°39) : présence d'un ou plusieurs transformateurs, pas de renseignements,
- au niveau de l'ancien hangar 18 – est (n°601) : deux anciens transformateurs PCB (détruit en 2011) et deux transformateurs en place (teneurs en PCB entre 40 et 470 ppm),
- dans le bâtiment A (n°42) : deux anciens transformateurs PCB (détruits en 2010) et un transformateur sec,
- devant le bâtiment A (n°650) : un transformateur huile garantie sans PCB et deux transformateurs huile (teneurs en PCB entre 77 et 95 ppm),
- devant le bâtiment A (n°600) : deux anciens transformateur PCB (détruit en 2010 et 2011) et un transformateur huile (teneur en PCB <50 ppm).

Les cuves fuel et transformateurs situés à l'intérieur des bâtiments feront l'objet d'un diagnostic à part (tranche conditionnelle) lors de la déconstruction de ces bâtis, voies ferrées, bâtiments actuels.

Le plan présenté en **annexe 3**, localise ces zones.

### 3. Etude environnementales précédentes

Aucune étude environnementale n'a été réalisée sur la zone d'étude.

Une étude géotechnique a été réalisée. La date et le contenu de ces investigations ne sont pas connus. Lors de cette étude, deux piézomètres ont été forés le long du quai Joannes (SPZ4654 et SPZ4656).

Ces piézomètres sont localisés sur le plan en **annexe 3**.



## 4. Futur aménagement de la zone d'étude

Le Grand Port Maritime du Havre a projeté d'installer au droit de ce site une usine de fabrication et d'assemblage de pièce métallique de gros volumes, ainsi qu'un terre plein de même activité. A ce jour, le plan final d'aménagement du site n'est pas déterminé. Toutefois, un premier projet prévoit la construction de la future usine dans la partie est de la zone d'étude. Dans la partie ouest, aucun bâtiment n'est prévu, seuls des stockages y seront réalisés. Le futur usage du site est de type industriel.

Le plan d'aménagement de la future zone d'étude n'est pas encore finalisé au stade de la rédaction de ce rapport. A la demande du GPMH, nous nous baserons sur la topographie actuelle des terrains comme référence pour la topographie globale du terrain futur réaménagé (pas de décaissement généralisé sur le site). Néanmoins, des décaissements ponctuels sur une profondeur de 1 à 2 m pourront être nécessaires.

L'ensemble des bâtiments existants et zones de stockage des matériaux de démolition feront l'objet d'une étude de pollution une fois démolis et une fois les matériaux déplacés dans le cadre d'une tranche conditionnelle, réalisable dans un délai de 2 ans après la tranche ferme (espaces non abrités).

# VI RECONNAISSANCES MENÉES PAR SITA REMEDIATION (CPIS)

## 1. Sécurité

La sécurité a été assurée sur le chantier par :

- la participation à l'élaboration d'un plan de prévention,
- le respect des consignes de sécurité par SITA Remediation.

Pour vérifier la présence éventuelle de réseaux souterrains autres que ceux du site, des déclarations d'intention de commencement de travaux (DICT) ont été réalisées conformément à la réglementation auprès de tous les concessionnaires du sous-sol identifiés en mairie. Des plans des réseaux souterrains du site ont également été consultés. Une sécurisation des points de sondage par contrôle d'absence de réseaux enterrés a également été réalisée par radio détecteur CAT+.

## 2. Sondages (A200)

Les sondages de reconnaissance des sols ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse hydraulique montée sur chenilles, équipée de tarières de diamètre 140 mm ou à l'aide d'une tarière manuelle (sondage référence).

Au total 32 sondages (109 ml) ont été réalisés sur l'ensemble du site. Le plan d'implantation de ces sondages est présenté en **annexe 4, figure 1** et les coupes lithologiques en **annexe 4, figure 2**.

La localisation et la profondeur des sondages ont été définies :

- de façon à vérifier la qualité du sous-sol à proximité des installations ayant eu ou ayant encore une activité potentiellement polluante,
- en fonction des contraintes liées au site (zones accessibles, réseaux enterrés, etc.).

La profondeur des sondages a été définie en fonction des zones sources potentielles ciblées. Pour les structures de surface, la profondeur des sondages a été définie à 2 ou 3 m de profondeur. Pour les structures enterrées, les sondages ont été réalisés au-delà de la base de la structure ciblée. En cas de découverte de pollution, les sondages ont été poursuivis jusqu'à l'absence d'indice organoleptique de pollution, mais en tout état de cause, ceux-ci ont été arrêtés à la rencontre des eaux souterraines.

Le tableau 6 en page suivante présente la localisation et la profondeur de chacun des sondages.

**Tableau 6 : Implantation des sondages et profondeurs**

sondage	Zones sources potentielles ciblées	profondeur (m)
SF1	501: Ancien transformateur PCB et 2 transformateurs (PCB <50 ppmV)	3
SF2	500: Ancien transformateur PCB et 4 transformateurs (PCB <500 ppmV)	4
SF201	cerner la pollution de SF2	4,5
SF202		4,5
SF203		4,5
SF3	zone de stockage H52 - H54, ancien hangar 53	4
SF301	cerner la pollution de SF3	4,5
SF302		4,5
SF303		3
SF304		4,5
moyen SF301+SF302+S F303+SF304		-
SF4	32: 2 transformateurs huile	3
SF5	901: Ancien transformateur PCB	4
SF6	33: Transformateur huile (PCB <50 ppmV)	3
SF7	zone parking, ancien hangar 56	3
SF8	zone parking ancien bassin aux pétroles, ancien hangar 57	3
SF9	voie ferrée	3
SF901	cerner la pollution de SF9	3
SF902		2
SF903		2
SF10	voie ferrée	3
SF101	cerner la pollution de SF10	3
SF102		1
SF11	600: 2 anciens transformateurs PCB et 1 transformateur huile (PCB <50 ppmV)	2
SF12	650: 2 transformateurs huiles (PCB <100 ppmV)	3
SF13	zone stockage entre H15 et H17, ancien hangar 16	5
SF131	cerner la pollution de SF13	4,5
SF132		4,5
SF133		4,5
SF134		4,5
SF135		3,2
SF136		3,1
référence	référence	0,3

### 3. Echantillonnage et mesures in situ (A200-A210)

#### 3 -1. Prélèvements de sol (A200)

Tous les sondages ont fait l'objet de prélèvements moyens d'échantillons de sols en continu depuis la surface jusqu'au fond du sondage. 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 dans des bocaux en verre, stockés en glacière réfrigérée, puis envoyés au laboratoire d'analyses par messagerie express.

#### 3 -2. Prélèvements d'eau (A210)

Deux piézomètres sont présents sur la zone d'étude. Les informations concernant leurs caractéristiques techniques n'ont pas été portées à notre connaissance. Leur localisation est présentée en **annexe 3**.

Ainsi des échantillons d'eau ont été prélevés le 19 juillet 2012 dans les piézomètres à des fins analytiques, pour caractériser la qualité actuelle des eaux souterraines au droit du site.

Les prélèvements ont été réalisés conformément à la norme française, référencée NFD X 31-615 (décembre 2000), relative au "prélèvement et à l'échantillonnage des eaux souterraines dans un forage".

Préalablement à la purge, une mesure du niveau statique ainsi qu'une mesure du fond des ouvrages ont été réalisées. Les ouvrages ont été purgés à l'aide d'une pompe péristaltique (renouvellement de 3 fois le volume d'eau).

Les eaux de purge ont été dirigées vers les réseaux existants.

Les prélèvements ont ensuite été effectués à l'aide d'un échantillonneur à usage unique lors de la remontée du niveau piézométrique. Les fiches de prélèvement d'eau sont présentées en **annexe 4, figure 3**.

Les échantillons ont été conditionnés en flaconnage adapté aux composés recherchés, puis expédiés en glacière au laboratoire par messagerie express.

### 4. Analyses en laboratoire

Les analyses des échantillons de sols et d'eau ont été réalisées par le laboratoire AL CONTROL de Rotterdam (Pays-Bas), accrédité Rva équivalent COFRAC (certificat d'accréditation du Dutch Accreditation Council Rva n° L 028 daté du 27 octobre 2010 et validé jusqu'au 01 mars 2015). Les bulletins de résultats analytiques sont indexés en **annexe 5**.

#### 4 -1. Analyse de sol (A200)

Compte tenu de la présence de zones sources potentiellement polluantes, les analyses quantitatives suivantes ont été réalisées :

- indice hydrocarbures (C10-C40, selon la méthode interne par GC/FID),
- Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes (BTEX, selon la méthode interne par GC/MS),
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (selon la méthode interne par GCMS),
- Composés Organo-Halogénés Volatils (selon la méthode interne par GCMS),
- PolyChloroBiphényles (selon la méthode interne par GCMS),
- Métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn, conforme à NEN 6950 sauf Hg, conforme à NEN-ISO 16772),
- Trichlorobenzènes (selon la méthode interne par GCMS),

Le choix des échantillons de sol à analyser a été guidé par :

- les observations organoleptiques (couleur, texture),
- le positionnement des sondages par rapport aux zones sources potentielles.

Les échantillons de sols sélectionnés et envoyés au laboratoire pour analyses, sont présentés dans le tableau en page suivante.

**Tableau 7 : échantillons de sols analysés**

sondage	programme analytique								profondeur analysée (m)
	C10-C40	BTEX	Mx	HAP	PCB	Trichlorobenzène	COHV	pack CET 3	
SF1	X				X	X	X		2-3
SF2	X				X	X	X		0-0,3
	X				X	X	X		3-3,5
SF201	X				X				0,3-3,8
SF202	X				X				0-0,3
	X				X				0-0,3
SF203	X				X				0,3-1
SF3	X	X	X	X			X		0-0,3
	X	X	X	X			X		3-3,5
SF301	X		X	X					3-3,3
SF302	X		X	X					3-4
SF303	X		X	X					2-3
SF304	X		X	X	X				0,3-1
	X		X	X					3-4
moyen SF301+SF302+S F303+SF304			X					X	0-0,3
SF4	X				X	X	X		0,5-1
SF5	X				X	X	X		2-3
SF6	X				X	X	X		2-3
SF7	X	X	X	X			X		1-2
SF8	X	X	X	X			X		2-3
SF9	X	X	X	X			X		0-0,3
	X	X	X	X			X		2-3
SF901									-
SF902									-
SF903									-
SF10	X	X	X	X			X		1-2
SF101			X					X	1-2
SF102			X						0,3-1
SF11	X				X	X	X		1-2
SF12	X				X	X	X		0-0,5
	X				X	X	X		1-2
SF13	X	X	X	X			X		2-3
SF131			X					X	1-3
	X		X	X	X				3-4
SF132	X		X	X	X				2-3
	X		X	X	X				3-4
SF133	X		X	X	X				3-4,5
SF134	X		X	X	X				3-4
SF135			X	X					1-2
			X	X					2-3
SF136			X	X					1-2
			X	X					2-3
référence			X			X	X		0-0,3

#### 4 -2. Analyse d'eau souterraine (A210)

Compte tenu de la présence de zones potentiellement polluantes, les analyses quantitatives suivantes ont été réalisées :

- indice hydrocarbures (C10-C40) (selon la méthode interne par GC/FID),
- BTEX (selon méthode interne headspace GCMS),
- Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (selon la méthode interne par GCMS),
- PolyChloroBiphényles (selon la méthode interne par LVI GCMS),
- Métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Mn, Ni, Zn, conforme à NEN 6966 et NEN-EN ISO 11885 sauf Hg, méthode interne conforme à NEN-ISO 17852),
- Composés Organo-Halogéné Volatils (méthode interne headspace GCMS),
- Trichlorobenzènes (selon la méthode interne par GCMS).

### 5. Valeurs de référence

#### 5 -1. Qualité des sols

Pour appréhender le degré de pollution des sols et en l'absence de valeurs réglementaires de référence de la qualité des sols dans la méthodologie relative aux sites et sols pollués (note et circulaires ministérielles du 8 février 2007 et documents associés), les teneurs mesurées dans les sols sont comparées entre elles et au point de référence hors activité (référence) ; SITA Remediation se basera sur son expérience dans le domaine de la réhabilitation de sites et sols pollués et l'analyse des risques associés adapté au contexte du site.

En l'état actuel des connaissances, les seules valeurs disponibles sont les valeurs de bruits de fond pour les métaux : nous avons ainsi considéré les **valeurs de bruits de fond en métaux définis par l'INRA<sup>1</sup>** : Teneurs totales en «métaux lourds» dans les sols français, résultats généraux du programme ASPITET<sup>2</sup>, par D. Baize, courrier de l'environnement de l'INRA n°39, février 2000 - mise à jour en 2006 (<http://etm.orleans.inra.fr>); dans le cadre de cette étude, à titre indicatif, nous avons également présenté la "Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées" en complément de la « Gamme de valeur couramment observé ».

Par ailleurs, les teneurs mesurées dans les sols seront comparées à titre indicatif aux valeurs d'acceptation des terres en Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI)<sup>3</sup>, (anciennement centre de stockage CET classe 3).

**Les critères d'acceptation ISDI ne représentent pas des valeurs « limites » et ne constituent en aucun cas des objectifs de dépollution.** Nous rappelons que la politique française de gestion des sites et sols pollués est basée sur la notion de compatibilité entre les milieux et leurs usages. En ce sens, l'usage actuel et futur d'un site est un élément essentiel d'appréciation des mesures de gestion à mettre en œuvre.

---

<sup>1</sup> Institut National de la Recherche Agronomique

<sup>2</sup> Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces

<sup>3</sup> Arrêté du 28 octobre 2010 fixant les types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes et les conditions d'exploitation de ces installations – Annexe 2 §2



## 5 -2. Qualité des eaux souterraines

Pour appréhender le degré de pollution des eaux souterraines en cohérence avec la méthodologie relative aux sites et sols pollués (Cf. circulaire ministérielle du 8 février 2007 et documents associés - <http://www.sites-pollues.developpement-durable.gouv.fr/>), les teneurs mesurées dans les eaux souterraines sont comparées aux valeurs réglementaires existantes notamment :

- o la norme eau potable française : arrêté du 11 janvier 2007 « relatif aux limites et référence de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R.1321-38 du code de santé publique » - Annexe I (eaux destinées à la consommation humaine) et Annexe II (eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinées à la consommation humaine),  
*nota : eaux brutes = ressource en eau avant tout traitement de potabilisation*  
*eau potable = eau destinée à la consommation humaine*
- o les valeurs guides OMS : « Directives de qualité pour l'eau de boisson » édition 3 incluant le premier addendum de 2005, OMS 2006.

Il est à noter que les valeurs réglementaires européennes (directive CE 98/83- partie B : paramètres chimiques) sont identiques aux valeurs réglementaires françaises pour l'eau potable.

## VII RESULTATS (CPIS)

### 1. Géologie

Les sondages réalisés mettent en évidence des sols constitués de la surface vers la profondeur par :

- de l'enrobé ou de la terre végétale. Pour certains sondages des pavés ou des niveaux durs ont été retrouvés sous l'enrobé (dalle béton : SF1 et SF4, pavés : SF5 et SF11),
- de remblais constitués de sables et de graviers jusqu'à 2 m environ,
- des alluvions modernes (limon gris-bleu avec possibles traces de matières organiques et morceaux de craie) jusqu'à 5 m (fin sondage).

Lors des forages, la nappe d'eau souterraine des alluvions de la Seine a été recoupée entre 2 et 3 mètre de profondeur à l'exception des sondages suivants où aucun niveau humide n'a été observé (SF1, SF4 et SF5).

Les coupes lithologiques des ouvrages sont présentées en **annexe 4, figure 2**.

### 2. Observations et mesures de terrain

#### 2 -1. Sols

L'ensemble des indices organoleptiques est reporté dans le tableau 8 en page suivante.

Des indices organoleptiques sont présents au droit des sondages SF2 et SF12 en surface et SF3 de 1 m jusqu'à la fin du sondage.

**Tableau 8 : Indices organoleptiques**

sondage	Zones sources potentielles ciblées	profondeur (m)	indices	profondeur analysée (m)
SF1	501: Ancien transformateur PCB et 2 transformateurs (PCB <50 ppmV)	0-3	RAS	2-3
SF2	500: Ancien transformateur PCB et 4 transformateurs (PCB <500 ppmV)	0-0,3	légère odeur indéterminée	0-0,3
		0,3-3,8	RAS	3-3,5
SF201	cerner la pollution de SF2	0-4,5	RAS	0,3-3,8
SF202		0-4,5	RAS	0-0,3
SF203			RAS	0-0,3
SF3		zone de stockage H52 - H54, ancien hangar 53	0-1	RAS
SF301	cerner la pollution de SF3	1-3,8	forte odeur de créosote	3-3,5
		0-4,5	RAS	3-3,3
SF302		0-4,5	RAS	3-4
SF303		0-3	RAS	2-3
SF304		0,3-1	odeur acide	0,3-1
		0-0,3 et 1-4,5	RAS	3-4
moyen SF301+SF302+S F303+SF304		-	-	0-0,3
SF4	32: 2 transformateurs huile	0-3	RAS	0,5-1
SF5	901: Ancien transformateur PCB	0-4	RAS	2-3
SF6	33: Transformateur huile (PCB <50 ppmV)	0-3	RAS	2-3
SF7	zone parking, ancien hangar 56	0-3	RAS	1-2
SF8	zone parking ancien bassin aux pétroles, ancien hangar 57	0-3	RAS	2-3
SF9	voie ferrée	0-3	RAS	0-0,3
				2-3
SF901	cerner la pollution de SF9	0-3	RAS	-
SF902		0-2	RAS	-
SF903		0-2	RAS	-
SF10	voie ferrée	0-3	RAS	1-2
SF101	cerner la pollution de SF10	0-3	RAS	1-2
		SF102	0-1	RAS
SF11	600: 2 anciens transformateurs PCB et 1 transformateur huile (PCB <50 ppmV)	0-2	RAS	1-2
SF12	650: 2 transformateurs huiles (PCB <100 ppmV)	0-0,5	légère odeur indéterminée	0-0,5
		0,5-3	RAS	1-2
SF13	zone stockage entre H15 et H17, ancien hangar 16	0-5	RAS	2-3
SF131	cerner la pollution de SF13	0-4,5	RAS	1-3
				3-4
SF132		2-4	odeur d'huile ou PCB	2-3
				3-4
SF133		0-4,5	RAS	3-4,5
SF134		2-4,5	odeur d'huile ou PCB	3-4
SF135		0-3,2	RAS	1-2
				2-3
SF136		0-3,1	RAS	1-2
				2-3
référence	référence	0-0,3	RAS	0-0,3

## 2 -2. Eaux souterraines

Aucun indice organoleptique susceptible de mettre en évidence une pollution des eaux souterraines n'a été relevé lors des prélèvements.

Les paramètres physico-chimiques suivants ont été relevés en fin de purge.

**Tableau 9 : Paramètres physico-chimiques observés en fin de purge**

Ouvrage	pH	Température (°C)	Redox (mV)	Conductivité (mS/cm)
SPZ4654	8,65	14,5	-171	4,66
SPZ4656	8,63	14,6	-66	3,09

Le pH des eaux souterraines est légèrement basique (environ 8,6).

La conductivité au droit des deux ouvrages est élevée (entre 3 et 4,6 mS/cm), en cohérence avec une connexion avec les eaux saumâtres des bassins portuaires.

Le redox est globalement identique entre les deux ouvrages, compatible avec un milieu plutôt réducteur (entre -66 et -171 mV).

## 3. Analyses en laboratoire

### 3 -1. Sols

Les résultats d'analyses des sols sont présentés dans le tableau en page suivante. Les teneurs significatives sont présentées en gras sur fond orange. Les résultats sont présentés sous forme cartographique en **annexe 6**.

Les bulletins d'analyses figurent en **annexe 5** du présent rapport.

**Tableau 10 : Résultats d'analyse dans les sols (µg ou mg/kg de MS)**

Zones concernées		Transformateur 501	Transformateur 500						Zone de stockage H52-H54, ancien hangar 53								Transformateur 32	Ancien transformateur 901	Transformateur 33	hors site	Valeurs de référence dans les sols			
			Sondages		SF1	SF2		SF201	SF202	SF203	SF3		SF301	SF302	SF303	SF304					moyen SF 301 + SF302 + SF303 + SF304	SF4	SF5	SF6
profondeur (m)		2-3 m	0-0,3 m	3-3,5 m	0-0,3 m	0-0,3 m	0,3-1 m	0-0,3 m	0-0,3 m	3-3,5 m	3-3,3 m	3-4 m	2-3 m	0,3-1 m	3-4 m	0-0,3 m	0,5-1 m	2-3 m	2-3 m	0-0,3 m	sol ordinaire	anomalie naturelles modérées		
matière sèche		% massique	88,2	87	77,9	89,1	84,4	83,7	90	84,5	85,7	85,2	80	85,3	88,4	87,9	85,8	84,9	85,7	76,5	84,5	-	-	-
<b>METAUX</b>																								
arsenic		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	28	6,8	6,1	6	5,9	5,2	6,3	8	na	na	na	6	1 à 25	30 à 60	-
cadmium		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,62	na	na	na	<0,4	0,05 à 0,45	0,7 à 2	-
chrome		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	16	<15	16	21	<15	<15	16	30	na	na	na	19	10 à 90	90 à 150	-
cuivre		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	39	43	17	31	10	53	14	130	na	na	na	11	2 à 20	20 à 62	-
mercure		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	0,21	0,09	0,07	0,07	0,12	0,1	0,07	0,18	na	na	na	<0,05	0,02 à 0,10	0,15 à 2,3	-
plomb		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	780	88	38	41	64	62	26	370	na	na	na	20	9 à 50	60 à 90	-
nickel		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	19	9,8	8,8	12	9,9	15	7,1	58	na	na	na	16	2 à 60	60 à 130	-
zinc		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	970	79	42	72	38	110	29	550	na	na	na	53	10 à 100	100 à 250	-
<b>BTEX</b>																								
benzène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	na	na	na	-	-	-	-
toluène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	na	na	na	-	-	-	-
éthylbenzène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	na	na	na	-	-	-	-
orthoxylyène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	na	na	na	-	-	-	-
para- et métaxylyène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	na	na	na	-	-	-	-
xylènes		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	na	na	na	-	-	-	-
BTEX total		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	<0,2	<0,2	na	na	na	na	na	<0,2	na	na	na	-	-	-	6
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>																								
naphthalène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	0,22	2,3	0,04	<0,02	0,03	0,14	0,03	0,06	na	na	na	-	-	-	-
acénaphthylène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	0,2	0,13	0,03	<0,02	0,04	0,06	<0,02	0,06	na	na	na	-	-	-	-
acénaphthène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	0,3	2,6	<0,02	<0,02	0,03	0,1	<0,02	0,04	na	na	na	-	-	-	-
fluorène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	0,39	3,7	<0,02	<0,02	0,03	0,12	<0,02	0,05	na	na	na	-	-	-	-
phénanthrène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	3,4	12	0,21	0,14	0,48	0,71	0,03	0,75	na	na	na	-	-	-	-
anthracène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	2,9	0,06	0,03	0,1	0,18	<0,02	0,2	na	na	na	na	-	-	-	-
fluoranthène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	5,3	8,1	0,36	0,26	0,81	1,2	0,04	1,7	na	na	na	-	-	-	-
pyrène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	4,2	5	0,31	0,21	0,67	0,97	0,04	1,4	na	na	na	-	-	-	-
benzo(a)anthracène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	2,5	3	0,17	0,12	0,39	0,61	0,02	0,87	na	na	na	-	-	-	-
chrysène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	2,1	2,3	0,15	0,11	0,32	0,55	<0,02	0,73	na	na	na	-	-	-	-
benzo(b)fluoranthène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	3,2	2,9	0,24	0,18	0,54	0,9	0,03	1,1	na	na	na	-	-	-	-
benzo(k)fluoranthène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	1,4	1,3	0,1	0,08	0,24	0,39	<0,02	0,47	na	na	na	-	-	-	-
benzo(a)pyrène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	2,8	2,2	0,2	0,14	0,48	0,71	0,03	0,92	na	na	na	-	-	-	-
dibenzo(ah)anthracène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	0,46	0,42	0,03	0,03	0,07	0,13	<0,02	0,16	na	na	na	-	-	-	-
benzo(ghi)perylène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	1,8	1,3	0,16	0,11	0,35	0,56	<0,02	0,63	na	na	na	-	-	-	-
indéno(1,2,3-cd)pyrène		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	1,8	1,3	0,15	0,12	0,31	0,54	<0,02	0,61	na	na	na	-	-	-	-
HAP totaux (10) VROM		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	22	36	1,6	1,1	3,5	5,6	0,22	6,9	na	na	na	-	-	-	-
HAP totaux (16) - EPA		mg/kg MS	na	na	na	na	na	na	na	31	51	2,2	1,6	4,9	7,9	<0,32	9,7	na	na	na	-	-	-	50
<b>COMPOSÉS ORGANO HALOGENES VOLATILS ET</b>																								
1,2-Dichloroéthane		mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	-	-
1,1-Dichloroéthène		mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-
Cis-1,2 Dichloroéthène		mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	-	-
Trans 1,2-Dichloroéthylène		mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
Dichlorométhane		mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
1,2-Dichloropropane		mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	-	-
1,3-Dichloropropane		mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	na	na	na	na	<0,1	<0,1	na	na	na	na	na	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-
Tétrachloroéthylène		mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
Tétrachlorométhane		mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
1,1,1-Trichloroéthane		mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	-	-
Trichloroéthylène		mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	<0,03	<0,02	na	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
Chloroforme		mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
Chlorure de vinyle		mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-	-
Hexachlorobutadiène		mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	na	na	na	na	<0,1	<0,1	na	na	na	na	na	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-	-
Bromoforme		mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-
1,2,3-trichlorobenzène		mg/kg MS	<1	<1	<1	na	na	na	na	<1,5	<1,6	na	na	na	na	na	<1	<1	<1	<1	<1	-	-	-
1,2,4-trichlorobenzène		mg/kg MS	<1	<1	<1	na	na	na	na	<1,5	<1,6	na	na	na	na	na	<1	<1	<1	<1	<1	-	-	-
1,3,5-trichlorobenzène		mg/kg MS	<1	<1	<1	na	na	na	na	<1,5	<1,6	na	na	na	na	na	<1	<1	<1	<1	<1	-	-	-
<b>POLYCHLOROBIPHENYLES</b>																								
PCB 28		µg/kg MS	<2	1500	110	220	5,3	3,7	38	<2	<2	na	na	na	<2	na	<2	<2	<2	<2	<2	-	-	-
PCB 52		µg/kg MS	<2	450	33	77	2,5	<2	9,7	<2	<2	na	na	na	<2	na	<2	<2	<2	<2	<2	-	-</	



**Tableau 11 : Résultats d'analyse dans les sols (µg ou mg/kg de MS)**

Zones concernées	Sondages	Zone parking, ancien hangar 56	Zone parking, ancien hangar 57	Voie ferrée			Transformateur 600	Transformateur 650	Zone de stockage, ancien hangar 16												hors site	Valeurs de référence dans les sols							
		SF7	SF8	SF9	SF10	SF101	SF102	SF11	SF12	SF13	SF131		SF132		SF134	SF133	SF135		SF136			Sref	Bruit de fond*		Critère d'acceptation en ISDI **				
		1-2 m	2-3 m	0-0,3 m	2-3 m	1-2 m	1-2 m	0,3-1 m	1-2 m	0-0,5 m	1-2 m	2-3 m	1-3 m	3-4 m	2-3 m	3-4 m	3-4 m	3-4,5 m	1-2 m	2-3 m			1-2 m	2-3 m		0-0,3 m	sol ordinaire	anomalie naturelles modérées	
	profondeur (m)	1-2 m	2-3 m	0-0,3 m	2-3 m	1-2 m	1-2 m	0,3-1 m	1-2 m	0-0,5 m	1-2 m	2-3 m	1-3 m	3-4 m	2-3 m	3-4 m	3-4 m	3-4,5 m	1-2 m	2-3 m	1-2 m	2-3 m	0-0,3 m	sol ordinaire	anomalie naturelles modérées				
	matière sèche	% massique	71,2	62,2	82,8	73,7	71,9	73,2	5,3	75,9	91,5	87,3	89,4	85,4	88,6	88,5	88,1	88,2	90,9	92,9	92,6	90,7	89,4	84,5	-	-	-		
<b>METEAUX</b>																													
	arsenic	mg/kg MS	4,6	4,8	5,7	6,4	9,9	5,5	96	na	na	na	9,8	10	13	4,3	5,1	8,2	5,2	5,3	4,6	12	<4	6	1 à 25	30 à 60	-		
	cadmium	mg/kg MS	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,3	na	na	na	<0,4	<0,4	<0,4	0,41	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,05 à 0,45	0,7 à 2	-	
	chrome	mg/kg MS	21	18	<15	17	28	18	300	na	na	na	17	35	23	33	17	19	42	<15	<15	30	50	19	10 à 90	90 à 150	-		
	cuivre	mg/kg MS	18	<5	35	6	42	9,2	180	na	na	na	70	61	83	460	41	39	120	29	18	20	5,2	11	2 à 20	20 à 62	-		
	mercure	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,59	0,12	0,56	na	na	na	0,88	0,27	0,59	0,07	0,08	0,12	0,11	0,07	0,89	<0,05	<0,05	<0,05	0,02 à 0,10	0,15 à 2,3	-		
	plomb	mg/kg MS	35	<13	21	15	58	<13	250	na	na	na	280	130	210	170	100	130	130	63	20	19	<13	20	9 à 50	60 à 90	-		
	nickel	mg/kg MS	12	10	27	12	11	12	250	na	na	na	17	59	26	20	14	14	30	10	7,7	38	3,6	16	2 à 60	60 à 130	-		
	zinc	mg/kg MS	56	33	86	43	120	41	860	na	na	na	300	220	350	2400	310	350	380	1600	53	89	<20	53	10 à 100	100 à 250	-		
<b>BTEX</b>																													
	benzène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	-	-	-	
	toluène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	-	-	-	
	éthylbenzène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	-	-	-	
	orthoxytoluène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	-	-	-	
	para- et méta-xylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	-	-	-	
	xylènes	mg/kg MS	<0,07	<0,08	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	na	na	na	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	-	-	-	
	BTEX total	mg/kg MS	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	na	na	na	<0,2	<0,2	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	-	-	-	6	
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>																													
	naphthalène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,06	0,05	0,46	<0,02	na	na	na	0,05	0,17	0,08	8,5	2,8	2,1	0,19	0,03	<0,02	0,69	0,1	-	-	-	-	-	-	
	acénaphthylène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	0,08	0,28	0,17	7,1	3,3	1,7	1	0,05	<0,02	0,7	0,09	-	-	-	-	-	-	
	acénaphthène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,03	0,03	0,21	<0,02	na	na	na	0,07	0,12	0,13	7,1	5	4,3	0,52	0,03	0,03	0,9	0,1	-	-	-	-	-	-	
	fluorène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,04	0,05	0,15	<0,02	na	na	na	0,07	0,13	0,14	13	7,7	5,4	0,84	0,04	0,03	1	0,11	-	-	-	-	-	-	
	phénanthrène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,6	0,29	0,7	0,03	na	na	na	1	1,7	1,8	130	85	82	11	0,63	0,4	17	1,7	-	-	-	-	-	-	
	anthracène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,11	0,06	0,19	<0,02	na	na	na	0,21	0,46	0,36	30	20	18	3,1	0,16	0,09	3,1	0,38	-	-	-	-	-	-	
	fluoranthène	mg/kg MS	0,03	0,04	1,2	0,35	1,4	0,06	na	na	na	1,7	3,3	3,5	160	110	110	20	1,4	0,73	23	6,2	-	-	-	-	-	-	
	pyrène	mg/kg MS	0,03	0,03	0,95	0,29	1,2	0,05	na	na	na	1,3	2,8	3	120	86	84	16	1	0,57	17	4,4	-	-	-	-	-	-	
	benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,02	0,02	0,89	0,19	0,59	0,04	na	na	na	0,86	1,7	1,8	63	45	45	10	0,82	0,37	9,6	1,8	-	-	-	-	-	-	
	chrysène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,85	0,15	0,42	0,03	na	na	na	0,76	1,6	1,8	55	39	38	8,9	0,7	0,37	8,3	2,1	-	-	-	-	-	-	
	benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,03	0,02	1,2	0,19	0,69	0,04	na	na	na	1,2	3	2,4	70	51	50	12	1,1	0,48	11	2,3	-	-	-	-	-	-	
	benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,51	0,08	0,3	<0,02	na	na	na	0,5	1,3	1	30	22	22	5,3	0,47	0,21	5	1	-	-	-	-	-	-	
	benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,02	<0,02	0,78	0,16	0,58	0,03	na	na	na	0,86	2,2	1,9	59	44	43	9,9	0,76	0,36	9	1,6	-	-	-	-	-	-	
	dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,18	0,03	0,09	<0,02	na	na	na	0,2	0,42	0,27	6,8	5,4	5,3	1,4	0,13	0,06	1,5	0,27	-	-	-	-	-	-	
	benzo(ghi)perylène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	0,47	0,1	0,37	<0,02	na	na	na	0,79	1,7	1,4	35	26	26	6,6	0,56	0,25	5,7	1,1	-	-	-	-	-	-	
	indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	0,02	<0,02	0,49	0,1	0,35	0,02	na	na	na	0,73	1,6	1,3	32	23	23	5,9	0,53	0,23	5,8	1	-	-	-	-	-	-	
	HAP totaux (10) VROM	mg/kg MS	<0,2	<0,2	6	1,5	5,4	0,26	na	na	na	7,5	16	15	610	420	410	81	6	3	87	17	-	-	-	-	-	-	
	HAP totaux (16) - EPA	mg/kg MS	<0,32	<0,32	8,4	2,1	7,7	0,36	na	na	na	10	22	21	840	580	560	110	8,4	4,2	120	24	-	-	-	-	-	50	
<b>COMPOSÉS ORGANO HALOGENES VOLATILS ET</b>																													
	1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,03	-	-	-	-	-
	1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	<0,05	<0,05	<0,05	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,05	-	-	-	-	-
	Cis-1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,03	-	-	-	-	-
	Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,02	-	-	-	-	-
	Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,02	-	-	-	-	-
	1,2-Dichloropropane	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,03	-	-	-	-	-
	1,3-Dichloropropène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	na	na	na	<0,1	<0,1	<0,1	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,1	-	-	-	-	-
	Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,02	-	-	-	-	-
	Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	<0,02	<0,02	<0,02	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,02	-	-	-	-	-
	1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	<0,03	<0,03	<0,03	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	<0,03	-	-	-	-	-
	Trich																												

■ **Hydrocarbures C10-C40 :**

Aucune anomalie en hydrocarbures C10-C40 n'est observée au droit de l'ensemble des sondages du site. Les teneurs maximales sont mesurées au droit de SF12 en surface (350 mg/kg de MS).

■ **BTEX :**

Les BTEX ne sont pas détectés au droit de l'ensemble des sondages recherchés (teneurs inférieures au seuil de détection analytique).

■ **HAP :**

Une forte anomalie en HAP a été mise en évidence au droit des sondages SF132 à SF134 entre 2 et 4,5 m et au droit de SF136 entre 1 et 2 m (entre 110 et 840 mg/kg de MS, zone de battement de nappe).

Une légère anomalie (teneur légèrement supérieure au seuil d'acceptation en ISDI) est observée au droit du sondage SF3 en profondeur (51 mg/kg de MS sur la tranche 3-3,5 m, zone de battement de la nappe). Au droit des autres sondages recherchés, les teneurs sont inférieures au critère d'acceptation ISDI voire au seuil de détection analytique (teneurs entre le seuil de détection et 31 mg/kg de MS).

■ **COHV :**

Les COHV ne sont pas détectés au droit de l'ensemble des sondages recherchés (teneurs inférieures aux seuils de détection analytique).

■ **Trichlorobenzènes :**

Les trichlorobenzènes ne sont pas détectés au droit de l'ensemble des sondages recherchés (teneurs inférieures au seuil de détection analytique).

■ **PCB :**

Une anomalie en PCB est détectée au droit du sondage SF2 en surface (2,1 mg/kg de MS sur la tranche 0-0,3 m). Le congénère le plus représenté est le PCB 28 (associé au PCB 31, selon le laboratoire d'analyse). Cette anomalie est cernée verticalement (0,15 mg/kg de MS sur la tranche 3-3,5 m) et latéralement (SF201, SF202 et SF203).

Au droit des autres sondages recherchés, les teneurs sont inférieures au seuil de détection analytique.

■ **Métaux :**

Des anomalies métalliques sont observées au droit des sondages suivants :

- SF3, SF302, SF303 et SF304 en surface et en profondeur (jusqu'à 3 m de profondeur environ) dans une moindre mesure (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb et zinc). Ces anomalies sont en parties cernées verticalement,
- SF9 en surface (cuivre). Cette anomalie est cernée verticalement,
- SF10 et SF 102 depuis la surface jusqu'à 2 m (ensemble des métaux au droit de SF102),
- SF13, SF131, SF132, SF133, SF134 et SF135 entre 1 et 4,5 m (cuivre, mercure, plomb et zinc)

Au droit des autres sondages recherchés, les teneurs sont inférieures aux valeurs de référence voir aux seuils de détection analytique.

Les terres au droit des sondages SF101 et SF131 peuvent être évacuées en centre de stockage de déchets inertes. Les terres au droit des sondages SF301, SF302, SF303 et SF304 présentent des teneurs en sulfates et fractions solubles supérieures au critère d'acceptation en ISDI.

### **3 -2. Eaux souterraines**

Les résultats d'analyses des eaux sont présentés dans le tableau en page suivante. Les teneurs significatives sont présentées en gras, sur fond jaune.

Les bulletins d'analyses figurent en **annexe 5** du présent rapport.

Lors de cette campagne, aucune teneur n'est mesurée en hydrocarbures C10-C40, COHV, chlorobenzènes, BTEX et PCB (teneurs inférieures au seuil de détection analytiques) au droit des deux piézomètres.

Des faibles teneurs en arsenic sont détectées au droit de l'ouvrage SPZ4654 (7,5 mg/kg de MS), inférieures aux valeurs réglementaires et aux valeurs guides OMS. Au droit de l'ouvrage SPZ4656, aucune teneur en éléments métalliques n'est mesurée.

Des HAP sont observées au droit de SPZ4654 en teneurs inférieures aux valeurs de référence (anthracène 0,03 mg/kg de MS). Au droit de l'ouvrage SPZ4656, le benzo(a)pyrène est détecté en teneur supérieure à la valeur réglementaire française eau potable mais inférieure à la valeur guide OMS. La somme des 4 HAP est supérieure à la valeur réglementaire française eau potable.

**Tableau 12 : Résultats d'analyse dans les eaux souterraines (µg/l)**

piézomètres	SPZ4654	SPZ4656	Valeurs réglementaires françaises		Valeurs Guide OMS
			Eaux brutes**	Eau potable*	Eau potable*
<b>Hydrocarbures</b>					
fraction C10-C12	<5	<5	-	-	-
fraction C12-C16	<5	<5	-	-	-
fraction C16-C21	<5	<5	-	-	-
fraction C21-C35	<5	<5	-	-	-
fraction C35-C40	<5	<5	-	-	-
Hydrocarbures C10-C40	<20	<20	-	-	-
<b>COHV</b>					
1,2-dichloroéthane	<0,1	<0,1	3	-	30
1,1-dichloroéthylène	<0,1	<0,1	-	-	-
Trans1,2-dichloréthylène	<0,1	<0,1	-	-	50
cis1,2-dichloréthylène	<0,1	<0,1	-	-	-
Dichlorométhane	<0,5	<0,5	-	-	20
1,2-dichloropropane	<0,2	<0,2	-	-	40
1,3-dichloropropène	<0,2	<0,2	-	-	-
Trichloréthylène	<0,1	<0,1	10	-	20
Tétrachloréthylène	<0,1	<0,1	-	-	40
Tétrachlorure de carbone	<0,1	<0,1	-	-	4
1,1,1-trichloréthane	<0,1	<0,1	-	-	-
Chloroforme	<0,1	<0,1	100	-	300
Chlorure de vinyle	<0,1	<0,1	0,5	-	0,3
hexachlotobutadienne	<0,2	<0,2	-	-	0,6
bromoforme	<0,2	<0,2	-	-	100
<b>Chlorobenzènes</b>					
1,2,3-trichlorobenzène	<0,01	<0,01	-	-	-
1,2,4- trichlorobenzène	<0,01	<0,01	-	-	-
1,3,5-trichlorobenzène	<0,01	<0,01	-	-	-
<b>BTEX</b>					
Benzène	<0,2	<0,2	-	1	10
Toluène	<0,2	<0,2	-	-	700
Ethylbenzène	<0,2	<0,2	-	-	300
Xylènes totaux	<sd	<sd	-	-	500
somme des BTEX	<1	<1	-	-	20
<b>HAP</b>					
Naphthalène	<0,1	<0,1	-	-	-
Acénaphtylène	<0,1	<0,1	-	-	-
Acénaphène	<0,1	0,11	-	-	-
Fluorène	<0,05	0,11	-	-	-
Phénanthrène	<0,02	0,08	-	-	-
Anthracène	0,03	0,04	-	-	-
Fluoranthène °	<0,02	0,27	-	-	-
Pyrène	<0,02	0,26	-	-	-
Benzo(a)anthracène	<0,02	<0,02	-	-	-
Chrysène	<0,02	<0,02	-	-	-
Benzo(b)fluoranthène °α	<0,02	0,17	-	-	-
Benzo(k)fluoranthène °α	<0,01	0,12	-	-	-
Benzo(a)pyrène°	<0,01	0,04	-	0,01	0,7
Dibenzo(a,h)anthracène	<0,02	<0,02	-	-	-
Benzo(ghi)pérylène °α	<0,02	0,07	-	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène °α	<0,02	0,07	-	-	-
somme des 4 HAPα	<sd	0,43	-	0,1	-
somme des 6 HAP°	<sd	0,74	1	-	-
HAP totaux (10) VROM	<0,3	0,7	-	-	-
HAP totaux (16) EPA	<0,6	1,4	-	-	-
<b>PCB</b>					
PCB 28	<0,01	<0,01	-	-	-
PCB 52	<0,01	<0,01	-	-	-
PCB 101	<0,01	<0,01	-	-	-
PCB 118	<0,01	<0,01	-	-	-
PCB 138	<0,01	<0,01	-	-	-
PCB 153	<0,01	<0,01	-	-	-
PCB 180	<0,01	<0,01	-	-	-
PCB totaux	<0,07	<0,07	-	-	-
<b>METAUX</b>					
arsenic	7,5	<5	100	10	10
cadmium	<0,4	<0,4	5	5	3
chrome	<1	<1	50	50	50
cuivre	<5	<5	-	2000	2000
mercure	<0,05	<0,05	1	1	6
plomb	<10	<10	50	25	10
nickel	<10	<10	-	20	70
zinc	<20	<20	5000	-	-

-: pas de valeur

na: non analysé

\* eau destinée à la consommation humaine

\*\* eau utilisée pour la production d'eau destinée à la consommation humaine

## VIII BILAN DE LA QUALITE DES MILIEUX

### 1. Etat de la qualité des sols

Les diagnostics réalisés sur le site du Quai Joannes ont mis en évidence cinq zones sources présentant des anomalies en PCB, métaux et en HAP

- Zone 1 (S2) : PCB, en surface uniquement.
- Zone 2 (S3) : HAP en profondeur,
- Zone 3 (SF3) : Métaux en surface,
- Zone 4 (SF9 et SF10) : Métaux en surface et en profondeur,
- Zone 5 (SF13) : Métaux et HAP en profondeur.

### 2. Etat de la qualité des eaux souterraines

Un léger impact en HAP au droit de l'ouvrage SPZ4656 est détecté. Le sens d'écoulement de la nappe d'eau souterraine au droit de la zone d'étude étant fonction de la marée et des niveaux d'eau dans les bassins portuaires, l'origine de ces teneurs n'est pas confirmée.

## IX DEMARCHE GLOBALE DU PLAN DE GESTION

La nécessité de mettre en place des mesures de gestion et le type de mesures de gestion sont basés sur les résultats des investigations de terrain et les contraintes techniques liées à la zone d'étude. Les zones investiguées dans cette tranche ferme correspondent uniquement aux zones non bâties actuellement. Le plan de gestion sera complété si nécessaire au cours de la tranche conditionnelle qui visera les zones actuellement bâties qui feront l'objet d'une déconstruction. Il est à noter que les propositions de mesures de gestion sont valables dans les limites de la qualité des sols au moment des investigations et au droit des points qui ont été investigués.

### 1. Objectifs du plan de gestion

Il s'agit, dans le cadre de la méthodologie nationale de gestion des sites pollués de février 2007, de définir les actions permettant de :

- **supprimer si possible les sources concentrées** et **d'améliorer la qualité des milieux**, dans un esprit de préservation globale de la qualité des milieux,
- **s'assurer que les impacts sur les milieux environnants** des sources de pollution présentes sur le site **sont bien maîtrisés**, par rapport à des usages donnés, et de



**garantir un état des milieux compatible** avec l'usage futur du site (identique à l'actuel = stockage de charbon) et son environnement.

Les chapitres suivants s'attacheront à proposer des mesures de gestion en adéquation avec les problématiques citées.

Les différentes mesures de maîtrise des sources et de maîtrise des impacts envisageables sont ainsi présentées.

Lorsque des mesures alternatives existent, elles sont comparées sur la base de critères environnementaux, sanitaires, techniques, financiers, politiques et sociétaux : 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.

Dans tous les cas, pour être valide, la solution de gestion retenue doit aboutir à rendre le site compatible, en terme sanitaire, avec son usage et son environnement. Cette validation passe par l'Analyse des Risques Résiduels prédictive.

L'Analyse des Risques Résiduels prédictive permet de valider que les impacts résiduels, attendus une fois le plan de gestion appliqué, seront acceptables.

Le Plan de Gestion doit également aborder, si nécessaire :

- la gestion des terres excavées, le cas échéant,
- la prévention des risques et la protection des travailleurs lors des chantiers de dépollution ou de travaux souterrains,
- les actions de préservation de la mémoire,
- la mise en place de servitudes.

## 2. Objectifs de maîtrise des sources

La méthodologie nationale préconise, dans la mesure du possible, la suppression des sources de pollution et en particulier les sources concentrées, dans un esprit de préservation globale de la qualité des milieux. La pertinence d'engager des travaux de dépollution est évaluée :

- sur la base du bilan coûts / avantages qui présente tous les critères pouvant influencer le choix des mesures de gestion (technique, financier, communication,...),
- par les acteurs impliqués dans la définition du plan de gestion (exploitant du site, repreneurs, DREAL, ...).

Le traitement d'une pollution dans les sols est possible selon trois familles de techniques de dépollution : « in situ », « sur site » et « hors site » :

- traitements « in situ » : traitement des sols en place, sans excavation. La technique la plus courante est le venting, adapté aux polluants volatils. L'oxydation in situ et le lavage existent également mais exigent des perméabilités élevées et des terrains homogènes.
- traitements « on site » ou « sur site » : Excavation puis traitement sur place, sur une zone dédiée, avec pour objectif la réutilisation sur site des terres traitées ou leur déclassement, c'est-à-dire leur envoi hors du site dans une filière moins coûteuse que le sol pollué initial. Les traitements sont biologiques (biopiles) ou physiques (lavage, désorption thermique, extraction des volatils...).
- traitement « off site » ou « hors site » : excavation, tri puis élimination des sols hors du site, dans des filières de traitement ou de stockage agréés et adaptés au niveau de pollution. Les filières peuvent être des centres de stockage, des centres de traitement biologique, une valorisation en cimenterie...



### 3. Objectifs de maîtrise des impacts

La maîtrise des impacts doit garantir, si on ne peut pas supprimer entièrement les sources de pollution, que les impacts des pollutions résiduelles seront maîtrisés.

Ce terme de « maîtrise des impacts » peut englober différents aspects : au minimum impact sur la santé, mais aussi, par exemple, impact sur la qualité générale des milieux, nuisances diverses pour les riverains (odeurs, aspect visuel), protection d'un espace naturel voisin.

Cet objectif peut impliquer de prendre des mesures comme :

- le traitement des impacts des sources de pollution,
- le confinement,
- la surveillance de la qualité des milieux potentiellement impactés,
- la modification des aménagements,
- la mise en place de restrictions d'usage des milieux potentiellement impactés.

## X PLAN DE GESTION

### 1. Etablissement du schéma conceptuel avant application des mesures de gestion

L'ensemble des données recueillies lors des différentes études et en fonction de l'usage du site (usage futur industriel), est présenté sous forme d'un schéma conceptuel. Il précise de manière synthétique l'état du sous-sol au droit du site, les voies de transfert, les milieux d'exposition potentiels, les cibles et les voies d'exposition pour les futurs usagers du site et pour l'environnement du site.

Le schéma conceptuel permet d'évaluer les risques de manière qualitative en mettant en évidence les relations entre les sources de pollution, les voies de transfert de ces pollutions, les milieux d'exposition et les cibles pouvant être impactées sur site et hors site.

#### 1 -1. Bilan de la qualité des milieux

La synthèse de la qualité des milieux est présentée au chapitre précédent VIII.

#### 1 -2. Usage et aménagements

L'usage du Quai Joannes considéré dans le cadre de la présente étude est un usage industriel. Le site sera réaménagé en plateforme industrielle de stockage de pièces métalliques de gros volume et en une usine de fabrication et d'assemblage de ces mêmes pièces. Toutes les bâtis, routes, voies ferrées et bâtiments présents actuellement seront supprimés. Le sol sera recouvert soit par un revêtement étanche, soit par un bâtiment.

Nous avons considéré que :

- les canalisations d'eau potable étaient isolées des terres en place ; en effet, en raison de la mise en place de nouvelles installations, les canalisations seront neuves et installées dans les règles de l'art, c'est-à-dire dans des matériaux sains.
- aucune structure ne serait présente en sous-sol et que les eaux souterraines ne seraient pas utilisées pour un usage industriel ou potable.
- le futur site était clôturé et seulement accessible aux travailleurs du site et à quelques visiteurs.

- en hypothèse majorante, dans le cas des calculs des risques sanitaires, la présence d'un bâtiment de 20 m<sup>2</sup> installé au dessus des zones sources résiduelles. A ce jour, aucun bâtiment annexe n'est prévu dans le futur projet.

Ainsi, les hypothèses d'aménagement considérées sont les suivantes :

- Réalisation d'un gros bâtiment industriel sur la partie est de la zone d'étude (projet en cours, non définie définitivement à ce jour) pour le cas d'un usage industriel,
- Présence d'un bureau fictif de 20 m<sup>2</sup> dans les zones de pollution résiduelle (hypothèse non incluse dans le projet initial),
- Absence de structure souterraine,
- Recouvrement d'une partie des sols par de l'enrobé ou une dalle béton,
- Mise en place de nouveaux réseaux d'eau potable dans des matériaux sains,
- Absence d'usage des eaux souterraines.

### 1 -3. Voies de transfert potentielles en l'état actuel

Dans l'état actuel du site, les voies de transfert des substances mises en évidence sont les suivantes :

- la volatilisation des substances depuis les sols et les eaux souterraines vers l'air atmosphérique. Ce transfert concerne les substances les plus volatiles (Hg, PCB et naphtalène). Ces substances ont été mesurées en quantités non négligeables au droit des sondages SF2 (0-0,3 m), SF3 (0-0,3 m et 3-3,5 m), SF10 (1-2 m), SF13 (2-3 m), SF131 (1-3 m, 3-4 m), SF132 (2-3 m, 3-4 m), SF133 (3-4,5m) et SF134 (3-4 m). **Cette voie de transfert est donc à considérer.**
- la migration verticale de la pollution. La géologie du site est composée de terrains perméables : alluvions modernes de la Seine. Une nappe d'eau souterraine a été rencontrée au droit du site vers entre 2,7 et 4 mètres de profondeur. En conséquence, **cette voie de transfert est à considérer,**
- la migration latérale des substances, *via* la nappe d'eau souterraine présente au droit du site qui constitue un vecteur potentiel d'une éventuelle pollution vers les eaux des bassins portuaires, en fonction de la marée. **Cette voie de transfert est donc à considérer,**
- la perméation, c'est-à-dire le transfert des polluants depuis les sols à travers les canalisations AEP du site et *in fine* vers les points de distribution d'eau potable du site. Ce type de transfert est possible dans le cas où les canalisations sont de type PEHD ou PVC et sont en contact direct avec des sols pollués. Nous avons considéré dans les hypothèses d'aménagement que les réseaux d'eau potable seraient mis en place dans des matériaux sains (conformément à la règle de l'art). Ainsi, le phénomène de perméation ne **sera donc pas pris en compte.**
- l'envol de poussières et contact cutané, si des sols pollués sont présents en surface. Dans la configuration actuelle du site, **ce transfert n'existe pas** car les sols impactés en surface sont recouverts par un revêtement étanche.

### 1 -4. Cibles potentielles (enjeux à protéger)

Dans le cadre de l'usage futur du site, les cibles pouvant être exposées sur site de manière chronique à des substances provenant du site sont les travailleurs sur site.

Les visiteurs occasionnels ne seront pas retenus dans le schéma conceptuel car ils sont moins exposés que les personnes cibles citées précédemment (temps d'exposition moins important).

Hors site, les eaux des bassins portuaires sont considérées comme faiblement vulnérables (dilution par les eaux superficielles).

## **1 -5. Evaluation sommaire des risques et schéma conceptuel**

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 schéma conceptuel avant application des mesures de gestion est également consigné sous format graphique en **annexe 7**.

**Tableau 13 : Evaluation sommaire des risques du site**

<b>SUR SITE</b>	<b>USAGE</b>	usage industriel : zone de stockage de matériel et une usine
	<b>AMENAGEMENTS</b>	Sols recouverts soit par du béton, bitume
		passage réseaux AEP non connu mais réseau isolé des terrains en place (règle de l'art du métier)
<b>HORS SITE</b>	<b>USAGE</b>	Industriel
	<b>AMENAGEMENTS</b>	présence de bassins portuaires dans les eaux sont en relation avec les eaux souterraines au droit du site
		Absence de puits vulnérable

SOURCES	Phénomène de transfert							milieu d'exposition	voies d'exposition	CIBLES	RISQUES	
	voies de transfert	milieu intermédiaire	voies de transfert	milieu intermédiaire	voie de transfert	milieu intermédiaire	voie de transfert				niveau de risques	justification
<b>SOL</b> HAP, métaux, PCB								sols de surface	ingestion accidentelle de sols, contact cutané	Futurs travailleurs	<input checked="" type="checkbox"/> inexistant <input type="checkbox"/> existant <input type="checkbox"/> limité <input type="checkbox"/> potentiel	Sols de surface recouverts
	envol de poussières							Air (poussières)	inhalation de poussières		<input checked="" type="checkbox"/> inexistant <input type="checkbox"/> existant <input type="checkbox"/> limité <input type="checkbox"/> potentiel	
	dégazage	gaz du sol	dégazage					Air (gaz)	inhalation de gaz		<input type="checkbox"/> inexistant <input type="checkbox"/> existant <input type="checkbox"/> limité <input checked="" type="checkbox"/> potentiel	présence de mercure, de PCB en surface et de naphthalène en profondeur, possibilité d'un milieu confiné (usine) ou non confiné (zone de stockage)
	migration verticale	Eaux souterraines sur site	dégazage	gaz du sol	dégazage			Air (gaz)	inhalation de gaz		<input type="checkbox"/> inexistant <input type="checkbox"/> existant <input type="checkbox"/> limité <input checked="" type="checkbox"/> potentiel	
	migration verticale	Eaux souterraines sur site	migration latérale					Eau souterraines hors site	voies liées aux usages des eaux		<input checked="" type="checkbox"/> inexistant <input type="checkbox"/> existant <input type="checkbox"/> limité <input type="checkbox"/> potentiel	Risque inexistant du fait de l'absence de cible hors site
	perméation							Eau du réseau AEP	ingestion d'eau, contact cutané lors de la douche		<input checked="" type="checkbox"/> inexistant <input type="checkbox"/> existant <input type="checkbox"/> limité <input type="checkbox"/> potentiel	futur réseau AEP isolé des terrains en place
	migration verticale	Eau souterraines sur site	migration latérale					Eaux superficielles hors site	usage des eaux superficielles		<input checked="" type="checkbox"/> inexistant <input type="checkbox"/> existant <input type="checkbox"/> limité <input type="checkbox"/> potentiel	Risque inexistant en l'absence d'usage des eaux superficielles

Compte tenu du futur usage du site de type industriel, si aucune mesure de gestion n'est appliquée, les risques liés à la qualité du sous-sol de la zone d'étude sont liés à l'exposition des futurs usagers :

- Sur site : à l'inhalation de gaz dans la future usine et en extérieur dans une moindre mesure.

## 2. Plan de gestion

### 2 -1. Problématique

Les études menées au droit du Quai Joannes et le schéma conceptuel établi sur cette base ont mis en évidence 5 zones de pollutions faibles à significatives dans les sols :

1. Anomalies significatives ponctuelles en PCB à proximité du bâtiment H52 et de son transformateur :
  - entre 0 et 0,3 m en PCB : 2,1 mg/kg-MS,
  - risques sanitaires existants liés au dégazage des substances mais limité en raison de l'absence de construction au droit de cette future zone,
2. Anomalies faibles en hydrocarbures aromatiques polycycliques en profondeur dans les sols au droit de l'ancien bâtiment H53 :
  - entre 3 et 3,5 m en HAP : 51 mg/kg-MS,
  - risques sanitaires limités compte tenu de la profondeur de la pollution.
3. Impact en métaux dans les sols en surface au droit de l'ancien bâtiment H53 :
  - Impact en métaux significatif au droit du sondage SF3 entre 0 et 0,3 m de profondeur, notamment en cuivre, plomb et zinc. L'impact en S302, S303 et S304 est modéré,
  - risques sanitaires considérés négligeables en raison de la présence d'un revêtement de surface empêchant tout contact avec ces sols et l'absence de future construction au droit de cette zone,
4. Impact en métaux dans les sols en surface et en profondeur au niveau de la voie ferrée :
  - Impact en métaux significatif au droit de SF102 (0,3-1 m), notamment en arsenic, cuivre, plomb, nickel et zinc,
  - Zone potentiellement excavée lors des futurs travaux,
5. Impact en métaux et HAP en profondeur au droit de l'ancien bâtiment H16 :
  - Impact en métaux significatif au droit des sondages SF13, SF131, SF132, SF134, SF133 et SF135 entre 1 et 4 m de profondeur, notamment en cuivre, mercure, plomb et zinc,
  - Impact en HAP significatif entre 2 et 4 m de profondeur au droit des sondages SF132, SF133, SF134 et SF135,
  - risques sanitaires considérés limité en raison de la présence d'un revêtement de surface empêchant tout contact avec ces sols et l'absence de future construction au droit de cette zone.

### 2 -2. Réserves et hypothèses

- **Volume de terres polluées**

La quantité de terres polluées que nous vous indiquons dans le présent rapport ne constitue qu'une estimation et elle ne saurait en aucun cas être assimilée à un quelconque engagement de notre part.

- **Signification des estimations de coût**

Les coûts proposés ci-après ne constituent en aucun cas des devis pour des travaux de dépollution. Ce sont des estimations basées sur les données disponibles lors de la réalisation de cette étude. Un chiffrage précis des mesures de gestion constitue une étude technico-économique complète qui peut nécessiter une étude spécifique de dimensionnement.

- **Influence de la TGAP**

Dans le cadre d'élimination de terres polluées hors du site, les terres sont envoyées en centre agréé. La TGAP (Taxe Générale sur les Activités Polluantes) est une taxe d'état qui est répercutée selon son montant à réception des terres sur le centre qui les prend en charge. Nos évaluations de coûts comprennent la TGAP à la date de l'estimation. La TGAP peut faire l'objet d'une augmentation

semestrielle ou ponctuelle, généralement annuelle. Dans ce cas, les évaluations doivent être corrigées en conséquence.

Pour la présente étude, la TGAP prise en compte est de 11 €/t pour les ISD (Installation de Stockage de Déchets) et de 20,98 €/t pour les ISDD (installation de stockage de déchets dangereux - anciennement classe 1).

- **Méthodologie d'estimation**

Les résultats d'analyses ont été comparés aux critères des catégories de terres retenues par SITA Remediation. Ces critères reposent sur les textes de lois définissant les déchets inertes, non dangereux et dangereux. Rappelons que les critères de définition des catégories ci-dessus ne sont pas des valeurs réglementaires et l'acceptation des terres dans un centre de stockage ou de traitement dépend de l'accord de l'exploitant du centre.

## **2 -3. Proposition de mesures de gestion des sols**

### **2.3.a - Maîtrise des sources**

Au regard du schéma conceptuel, les risques sanitaires pour les futurs usagers du site liés à l'impact en HAP, métaux et PCB sont jugés faibles ou limités. Ainsi, **les mesures de maîtrise des sources dans les sols sont étudiées dans un objectif d'amélioration de la qualité des milieux uniquement** : l'objectif de compatibilité sanitaire et environnementale n'intervient pas car les sources ne génèrent pas d'impact dans les milieux d'exposition (cf. schéma conceptuel). Les mesures de gestion proposées sont liées aux potentielles excavations qui auront lieu au cours du chantier de construction de la future usine.

Le Quai Joannes présente un impact en HAP, PCB et métaux. Les différentes solutions de traitement de cette zone sont présentées dans le bilan coûts/avantages.

### **2.3.b - Anomalies en métaux**

Quatre zones sont impactées par une anomalie modérée ou significative en métaux (**zones sources 3, 4 et 5**). Dans le futur projet, les sols seront recouverts par un revêtement de type bitume ou béton. Etant donné l'usage industriel du site et l'absence d'usage des eaux souterraines au droit du site, ces anomalies métalliques, peu voire pas mobiles (seul l'arsenic est retrouvé dans les eaux souterraines sur site et seules des traces de baryum et antimoine sont détectées en traces sur les test de lixiviation), n'induisent pas de risques sanitaires (cf. schéma conceptuel).

Compte tenu du caractère ponctuel de la pollution métallique sur l'ensemble du site, le coût d'une telle opération d'élimination serait disproportionné au regard des bénéfices environnementaux attendus (étant donné le futur usage du site et l'activité industrielle pratiquée) :

- impact environnemental du transport et de l'encombrement des décharges (impossibilité de traitement sur site),
- présence d'un revêtement de surface sur tout le site : les voies d'exposition liées aux sols de surface (contact cutané, ingestion accidentelle de sols et inhalation de poussières) n'existent pas en considérant le futur aménagement du site,
- risques sanitaires jugés négligeables à nuls.

Ainsi, nous ne considérerons pas ces terres comme étant à dépolluer pour les métaux dans l'objectif de maîtrise des sources de pollution.

Toutefois, ces terres devront être gérées en cas d'excavation lors des futurs travaux.

Compte tenu des caractéristiques physico-chimiques des métaux, les techniques de dépollution in situ et sur site ne sont pas adaptés pour ce type de pollution. Seules les techniques « hors site » pourraient être envisagées.

La gestion de ces futures terres potentiellement excavées sera traitée dans un bilan coût avantage.



### **2.3.c - Anomalies en PCB**

**Zone Source n°1 :** Une pollution en PCB dans les sols a été mise en évidence au droit de la zone H53. Cette zone de pollution est ponctuelle et de surface limitée. Ainsi, dans le cadre de l'amélioration du milieu, nous recommandons la suppression de cette poche de pollution de taille limitée.

**La maîtrise de la source de pollution est donc recommandée et sera traitée dans un bilan coût avantage.**

### **2.3.d - Anomalies en HAP**

**Zone Source n°5 :** Une anomalie en HAP combinée avec un impact en métaux a été mise en évidence dans la zone du hangar 16. Les risques sanitaires pour les futurs usagers du site liés à l'impact en HAP et métaux ont été jugés faibles ou limités. Toutefois, dans le cadre de l'amélioration de la qualité des milieux, nous recommandons la suppression de cette zone impactée par une pollution en HAP et métaux.

Dans le cas des pollutions par hydrocarbures lourds de type HAP, les techniques de dépollution « on site » et « sur site » sur les HAP ne sont pas adaptées pour ce type de pollution en raison du caractère non volatil de la pollution.

**Ainsi, les techniques « hors site » et « in situ » seront étudiées dans le plan de gestion.**

**Zone Source n°2 :** Une seconde anomalie modérée a été mesurée au droit du bâtiment H53 en profondeur (au-delà de 3 m) en raison de l'absence d'excavation au-delà de 2 m dans le futur projet et en raison des teneurs mesurées modérées, nous ne recommandons pas de mesures de gestion particulière sur cette zone, compte tenu du caractère ponctuel de cette pollution au droit du H53, le coût d'une telle opération d'élimination serait disproportionné au regard des bénéfices environnementaux attendus (étant donnée le futur usage du site, l'activité industrielle pratiquée et l'absence de cibles hors site) :

- impact environnemental du transport et de l'encombrement des décharges (impossibilité de traitement sur site),
- présence d'un revêtement de surface sur tout le futur aménagement : les voies d'exposition liées aux sols de surface (contact cutané, ingestion accidentelle de sols et inhalation de poussières) n'existent pas en considérant le futur aménagement du site,
- risques sanitaires jugés négligeables à nuls pour cette pollution.

Ainsi, aucune technique de maîtrise de la source ne sera étudiée dans le cadre du bilan coût avantage.

### **2.3.e - Maîtrise des impacts**

Compte tenu du schéma conceptuel, les risques sanitaires sur site et hors site sont jugés négligeables à nuls en l'état actuel du site.

Aussi, nous préconisons la mise en place de mesures de gestion simple pour garantir la maîtrise des impacts en vue du futur usage soit :

- recouvrement et maintien en bon état des revêtements de surface sur l'ensemble du site pour garantir la pérennité du confinement de surface et la suppression des voies d'exposition liées aux sols de surface (contact cutané, ingestion accidentelle de sols et inhalation de poussières),
- isolation des canalisations AEP des terres encaissantes (selon les pratiques en vigueur pour toute nouvelle implantation),
- gestion des terres excavées : lors de travaux souterrains au droit des zones mises en évidence lors du diagnostic, les terres excavées présentant des indices de pollution devra être éliminée en filières agréées,
- protection des travailleurs lors des chantiers : des mesures de protection des personnes pouvant être en contact avec des terres polluées, lors de travaux, devront être prises.

**2.3.f - Comparatif coûts/avantages détaillé pour la maîtrise des sources**

Le bilan coûts-avantages figurant dans le tableau en pages suivantes, consiste à présenter différentes mesures de gestion permettant d'atteindre le double objectif de maîtrise des sources et de leurs impacts, et à comparer leurs coûts et leurs avantages respectifs.

**Tableau 14 : Bilan coûts-avantages : Maîtrise des sources**

		ZS n°1 - ZONE TRANSFORMATEUR PCB				ZS n°3 - ANCIEN BATIMENT H53 et ZS n°4 - VOIE FERREE				
		MAITRISE DE LA SOURCE				MAITRISE DE LA SOURCE				
EFFET RECHERCHE		Amélioration de l'état des milieux				Amélioration de l'état des milieux				
		Réduire, voire supprimer, la pollution en PCB observée sur la zone H52-H53 (sondage SF2 = 2,1 mg/kg) entre 0 et 2 m				Réduire, voire supprimer, la pollution en métaux observée en métaux : - sur la zone H53 - Sondage SF3 en surface, - sur la zone Voie Ferrée - Sondages SF102 en surface				
TECHNIQUE PROPOSEE	Traitement HORS SITE	ou	Traitement SUR SITE ou IN SITU par bioventing	ou	Confinement des sources sols et recouvrement par revêtement étanche	Traitement HORS SITE	ou	Traitement SUR SITE ou IN SITU par bioventing	ou	Confinement des sources sols et recouvrement par revêtement étanche
DESCRIPTIF TECHNIQUE	Excavation, tri et envoi des terres vers un centre de traitement adapté (Plate forme de regroupement et de valorisation)		- Excavation des terres, traitement des terres impactées sur site en biopile et réutilisation en remblais. - Aspiration des gaz dans les sols favorisant la biodégradation de la matière par oxygénation des milieux et la volatilisation		Mise en place d'un revêtement étanche sur toute la surface du site	Excavation, tri et envoi des terres vers un centre de traitement adapté (centre K3+)		- Excavation des terres, traitement des terres impactées sur site en biopile et réutilisation en remblais. - Aspiration des gaz dans les sols favorisant la biodégradation de la matière par oxygénation des milieux et la volatilisation		Mise en place d'un revêtement étanche sur toute la surface du site
Objectifs	<b>PCB = 1 mg/kg</b> (seuil acceptable pour un usage industriel)				Imperméabiliser les sols pour empêcher les infiltrations d'eau et donc la lixiviation	ZS n°3 : Suppression de la zone source concentrée en arsenic, cadmium, plomb ZS n°4 : Suppression de la zone source concentrée en arsenic, cadmium, cuivre, chrome, plomb, nickel				Imperméabiliser les sols pour empêcher les infiltrations d'eau et donc la lixiviation
Quantité mise en jeu (estimation)	Environ 72 m <sup>3</sup> soit 119 tonnes					ZS n°3 : Environ 36 m <sup>3</sup> soit 61 tonnes ZS n°4 : Environ 36 m <sup>3</sup> soit 61 tonnes				
Durée estimative du chantier	moins d'un mois				moins d'un mois	moins d'un mois				moins d'un mois
Budget estimatif	360 à 380 €/t HT soit <b>45 à 50 KC HT</b> (transport, terrassement et traitement)				Inclus dans le budget des travaux	<b>50 à 55 €/t HT soit 6 à 7 KC HT</b> (transport, terrassement et traitement)				Inclus dans le budget des travaux
Applicabilité au site	oui Technique adapté lors des travaux de terrassement pour construction du nouveau projet				ok	oui				ok
Mise en œuvre	aisée sur site Démarche : Excavation des terres, Chargement pour transport Transport vers un centre de traitement, Apport de matériaux extérieur et compactage...				Mise en place d'un revêtement de béton ou d'une couche de graves ciment surmontée de bitume	aisée sur site Démarche : Excavation des terres, Chargement pour transport Transport vers un centre de traitement, Apport de matériaux extérieur et compactage...				Mise en place d'un revêtement de béton ou d'une couche de graves ciment surmontée de bitume
Maintenance	sans objet		Pas adapté pour le type de polluant rencontré non biodégradable		Maintien de la pérennité du revêtement	sans objet		Pas adapté pour le type de polluant rencontré non biodégradable		Maintien de la pérennité du revêtement
Déchets	les terres excavées deviennent des déchets				aucun	les terres excavées deviennent des déchets				aucun
Respect environnemental Développement durable	Médiocre : génération de déchets, transport routier des terres				Pas de suppression de la zone source ponctuelle et concentrée	Médiocre : génération de déchets, transport routier des terres				Pas de suppression de la zone source ponctuelle et concentrée
Points complémentaires à examiner	- Acceptation par les centres de traitement (critère d'acceptation)				aucun	- Acceptation par les centres de traitement (critère d'acceptation) - Lixiviation des métaux				aucun
Avantages	- rapidité des travaux, - technique performante, - suppression de la zone source				Pas de lixiviation complémentaire Peut être intégré dans l'aménagement du site	- rapidité des travaux, - technique performante, - suppression de la zone source, y compris les anomalies métalliques.				Pas de lixiviation complémentaire Peut être intégré dans l'aménagement du site Risques sanitaires supprimés par recouvrement
Inconvénients	- Coût directement proportionnel au volume extrait, - Apport de matériaux extérieur (surcoût : 20-25 €/t)				N'élimine pas la source concentrée (contraire à la réglementation des sites et sols pollués) Maintien sur site d'une substance toxique	- Coût directement proportionnel au volume extrait, - Apport de matériaux extérieur (surcoût : 20-25 €/t)				N'élimine pas la source concentrée (contraire à la réglementation des sites et sols pollués)
Evaluation technico économique selon SITA Remediation	<b>+++</b>				<b>-</b>	<b>+</b>				<b>++</b>
Critères décisifs	<b>Suppression de la zone source, faisabilité garantie, rapidité de mise en oeuvre mais coût élevé</b>				<b>N'élimine pas la source concentrée Ne traite pas la pollution en place</b>	<b>Faisabilité garantie, gestion des métaux, rapidité de mise en oeuvre mais coût élevé</b>				<b>N'élimine pas la source concentrée Ne traite pas la pollution en place Risque sanitaire supprimé</b>

		<b>ZS n°5 - ZONE H16</b>		et / ou	<b>ZS 1 à 5</b>	
EFFET RECHERCHE	ETUDE COMPLEMENTAIRE	MAITRISE DE LA SOURCE		MAITRISE DES IMPACTS		
	Cerner les zones sources de pollution pour affiner le volume de terre polluée identifiée notamment vers le bâtiment H17	Amélioration de l'état des milieux		Empêcher la contamination de l'eau du réseau d'eau potable	Empêcher l'exposition par les sols de surface	
TECHNIQUE PROPOSEE	Sondages et analyses complémentaires	Réduire, voire supprimer, la pollution en HAP observée au droit de l'ancien bâtiment H16 (associée à des anomalies métalliques) : - Sondages SF132, SF1333, SF134, SF136 avec HAP max mesuré = 840 mg/kg		Contraintes constructives	Mesure de confinement	
DESCRIPTIF TECHNIQUE		Traitement HORS SITE	Traitement SUR SITE	Mise en place des réseaux d'eau potable dans un remblai sain		
Objectifs	Cerner les zones sources de pollution au cours de la tranche conditionnelle (notamment vers S136) pour affiner le volume de terre polluée identifiée	Excavation, tri et envoi des terres vers un centre de traitement adapté (Biocentre ou K1)	Traitement des terres in situ polluée par HAP sur site par traitement désorption thermique (chauffage des terres pour extraction des polluants volatils et semi-volatils)	Elimine les voies de transfert vers l'eau du réseau	- Elimine les voies de transfert ingestion et inhalation liées à l'envol + contact cutané	
Quantité mise en jeu (estimation)	sans objet	Environ 813 m <sup>3</sup> soit 1400 tonnes	Environ 813 m <sup>3</sup> soit 1400 tonnes	-	-	
Durée estimative du chantier	moins d'un mois	moins d'un mois	2-3 ans	-	-	
Budget estimatif	3-4k€	<b>Biocentre</b> : 75 à 85 €/t HT soit <b>105 à 120 KC HT</b> <b>OU</b> <b>K1</b> : 145 à 150 €/t HT soit <b>203 à 210 KC HT</b>	180 à 190 €/t soit <b>252 à 266 KC</b>	Apport de remblai sain	Apport de remblai sain	
Applicabilité au site	oui	oui	oui mais impose une surface bloquée pour le traitement	Oui	Oui	
Mise en œuvre	rapide et aisée	aisée sur site Démarche : Excavation des terres, Chargement pour transport Transport vers un centre de traitement, Apport de matériaux extérieur et compactage...	aisée sur site sans construction Démarche: Le sol en place est chauffé pour élévation de la température ayant pour effet de favoriser la désorption des contaminants fortement adsorbés sur la matrice sol et d'augmenter la tension vapeur des composés peu volatils pour pouvoir les volatiliser et les extraire en phase gazeuse.	Canalisation dans terrains sains	Couverture des espaces verts avec un remblai sain sur 0,5 m d'épaisseur ou couverture des sols par un revêtement étanche (béton ou bitume)	
Maintenance	sans objet	sans objet	Installation de traitement des gaz	-	- assurer la pérennité des recouvrements.	
Déchets	sans objet	les terres excavées deviennent des déchets	déchets liés au traitement du gaz	-	-	
Respect environnemental Développement durable		Médiocre : génération de déchets, transport routier des terres	Médiocre (très forte dépense énergétique)	Ok	Ok	
Points complémentaires à examiner	Néant	- Acceptation par les centres de traitement (critère d'acceptation) : <b>K1 ou Biocentre à étudier</b> - Lixiviation des métaux	- caractéristique du système : rayon d'action des puits d'injection et de production de chaleur, nbre de puits, dimension de l'unité de traitement - réalisation d'un test de faisabilité (biodegradabilité des composés par test laboratoire).	-	-	
Avantages	Détermine plus précisément le volume de terre polluée pour une meilleure optimisation du traitement	- rapidité des travaux, - technique performante, - suppression de la zone source, y compris les anomalies métalliques.	- Technique éprouvée - efficace sur les sols argileux et hétérogènes	-	-	
Inconvénients	Délais supplémentaires nécessaires pour affiner les volumes	- Coût directement proportionnel au volume extrait, - Apport de matériaux extérieur (surcoût : 20-25 €/t)	- Efficacité limitée sur les substances non volatiles - Aménagement d'une zone spécifique dédiée au traitement (surface importante), - Technique non adaptée au traitement des métaux, - Biodégradation difficile pour les éléments complexes (chaines carbonnées longues)	-	-	
Evaluation technico économique selon SITA Remediation	<b>+++</b>	<b>+++</b>	<b>-</b>	<b>+++</b>	<b>+++</b>	
Critères décisifs	Détermine plus précisément le volume de terre polluée pour une meilleure optimisation du traitement	<b>Faisabilité garantie, gestion des métaux, rapidité de mise en œuvre mais coût élevé</b>	<b>faisabilité (peu adaptée pour molécules complexes, longues), forte dépense d'énergie</b>	<b>Plus généralement entrepris lors des nouvelles constructions</b>	<b>+ Elimine les voies de transfert</b>	

## 2 -4. Proposition de mesures de gestion des eaux souterraines

Les reconnaissances réalisées par SITA Remediation sur les eaux souterraines ont mis en évidence l'absence d'impact sur les eaux sur les deux ouvrages SPZ4654 et SPZ4656, seul du benzo(a)pyrène a été détectée en teneur supérieure aux valeurs de référence dans le SPZ4656. Le piézomètre SPZ4656 est implanté en aval hydraulique de la zone source de l'ancien bâtiment H16. La suppression de la zone source jusqu'à la zone HAP et la zone source PCB de battement de nappe permettra d'éliminer le risque de migration verticale puis latérale de la pollution.

## 2 -5. Détail des mesures de gestion à mettre en œuvre

### 2.5.a - Actions sur les sources

Les solutions « sur site » et « in situ » ne sont pas adaptées au traitement simultané de la pollution combinée hydrocarbures aromatiques polycycliques / métaux / PCB rencontrée sur le site du quai Joannes compte tenu de la non volatilité des métaux et des HAP. Ces deux techniques ne permettront pas de traiter les anomalies en métaux qui resteront en place.

### Zone source n°1 : PCB et Zone source n°5 : HAP

Ainsi, suite à l'analyse des diverses solutions dans le bilan coûts/avantages, l'excavation et le traitement « hors site » en filière agréée (plateforme de valorisation pour les PCB et biocentre/ISDND pour les HAP) des terres contaminées par les PCB et par les HAP apparaît la solution la plus adaptée aux caractéristiques de la pollution. Il s'agit d'une technique radicale de suppression de la zone source et le délai d'exécution est rapide. Il s'agit toutefois d'une technique coûteuse directement liée au volume à excaver.

Nous vous proposons ainsi la mise en œuvre des actions suivantes, considérées les plus favorables par SITA Remediation :

Les terres impactées seront excavées à l'aide d'une pelle mécanique. Cette excavation sera suivie par un technicien qui réalisera un tri des terres polluées à l'avancement en s'appuyant sur des analyses de terre *in situ*. Les terres dépassant les seuils fixés seront à envoyer en filière agréée.

Les zones excavées seront ensuite remblayées par des matériaux sains. Les centres de traitement doivent travailler en respectant leur arrêté préfectoral de fonctionnement. La prise en charge des terres ne sera définie qu'après réalisation de la procédure d'acceptation.

Afin de gérer les flux de terres excavées, il est souvent nécessaire de mettre en place des aires de stockage temporaires étanches (tampon). Ainsi, les terres excavées sont triées au fur et à mesure de l'excavation en fonction de leur degré de pollution. Ce degré de pollution est déterminé à partir des analyses préalablement réalisées lors du diagnostic de sols, et est complété par :

- des observations organoleptiques,
- et/ou des analyses semi-quantitatives sur site (par exemple détecteur à photo-ionisation - PID, détecteur à ionisation de flammes – FID),
- et/ou des analyses quantitatives en laboratoire sur ou hors site.
- Après vérification de leur degré de pollution, les terres pourront alors être éliminées hors site dans un centre agréé adapté.

Les seuils proposés ont été définis selon les critères suivants :

- rendre le site compatible avec son usage,
- être techniquement atteignables,
- être raisonnables pour être acceptés par la DREAL et les acquéreurs.

Compte tenu de l'usage non sensible du Quai Joannes (industriel avec création d'un bâtiment et d'une zone de stockage), de l'environnement du site non vulnérable, les risques sont considérés comme faibles à limités. Ainsi, dans l'objectif d'amélioration de la qualité des milieux uniquement dans le cadre d'un usage industriel, nous proposons un seuil de dépollution :

- pour la zone source n°1 : 1 mg/kg en PCB,
- pour la zone source n°5 : 50 mg/kg en HAP (seuil d'acceptation en ISDI).

Les hypothèses prises en compte pour le calcul des volumes de terres impactées et pour les propositions de mesures de gestion, au regard de l'usage et des aménagements et des résultats d'analyses de la tranche fermes, sont les suivantes :

- o Zone source n°1 : PCB
  - surface d'impact en PCB supérieur à 1 mg/kg : zone SF2 : environ 36 m<sup>2</sup> sur 2 m de profondeur soit 72 m<sup>3</sup>, soit 119 tonnes,
- o Zone source n°5 : HAP
  - surface d'impact en HAP supérieur à 50 mg/kg :
    - o zone SF132/133/134 : environ 230 m<sup>2</sup> sur 3 m de profondeur, soit 690 m<sup>3</sup>, soit 1180 tonnes,
    - o zone SF136 : environ 80m<sup>2</sup> sur 1,5 m de profondeur, soit 120 m<sup>3</sup>, soit 200 tonnes,
  - la densité des terres a été prise égale à 1,7.

La zone polluée n'étant pas cerné vers l'est et le nord, nous préconisons la **réalisation d'analyses de sol complémentaires pour préciser les volumes lors des investigations complémentaire (tranche conditionnelle)**.

#### **Zone source n°3 et 4**

Comme précisé précédemment, compte tenu du caractère ponctuel de la pollution métallique sur l'ensemble du site, le coût d'une telle opération d'élimination serait disproportionné au regard des bénéfices environnementaux attendus. Ainsi, nous ne considérerons pas ces terres comme étant à dépolluer pour les métaux dans l'objectif de maîtrise des sources de pollution. Ainsi, nous recommandons, dans le cas où ces terres ne sont pas excavées dans le cadre des aménagements, de confiner les sources sols de pollution par un revêtement étanche empêchant tout contact avec les sols et toutes lixiviations.

Dans le cas où ces terres devaient être excavées, celles-ci devront être traitées comme déchet et devront être envoyées en centre de traitement ISDI.

### **2.5.b - Actions sur les impacts**

#### **Protection de toutes nouvelles canalisations AEP**

Nous recommandons d'isoler toutes nouvelles canalisations AEP enterrées, des terres en place potentiellement polluées par la mise en œuvre d'au moins une des mesures suivantes :

- utilisation de matériaux non perméables aux polluants organiques (fonte par exemple),
- protection des canalisations par la mise en place de gaines de protection,
- installations des canalisations dans les matériaux sains (apport extérieur).

Tout ou partie de ces dispositions sont habituellement mises en œuvre dans le cadre d'un nouvel aménagement. Le coût de cette mesure est donc considéré négligeable.

#### **Confinement de surface**

Le futur projet prévoit la création d'un bâtiment et d'une aire de stockage. Ces zones seront recouverte d'un revêtement étanche : bitume ou béton. Nous recommandons le maintien de cette couverture étanche.

Les revêtements de surface sur l'ensemble du site devront être maintenus en bon état pour garantir la pérennité du confinement de surface.

### **2.5.c - Actions sur les usages**

A titre sécuritaire, nous recommandons l'interdiction de l'utilisation de l'eau de la nappe sur site.

Par ailleurs, en cas de modification de l'usage du site ou de son aménagement, la compatibilité de l'état du sous-sol avec les usages et aménagements prévus devra être vérifiée.



#### **2.5.d - Mesures de surveillance**

Nous recommandons la réalisation de campagnes de surveillance de la qualité des eaux souterraines au niveau deux ouvrages existants pour les paramètres HAP, PCB et métaux au minimum, par 3 campagnes de suivi après les travaux de dépollution (campagnes semestrielles).

- **Coût** d'une campagne de surveillance de la qualité des eaux souterraines pour les 2 piézomètres estimé à 1,6 k€HT environ.

#### **2.5.e - Mesures lors de travaux**

On entend par travaux, les travaux de dépollution, de démantèlement du site, d'aménagement du site et tous autres travaux où les travailleurs peuvent être en contact avec les sols.

#### **Gestion et devenir des terres excavées**

Les terres excavées dans le cadre de l'aménagement du site (création de fondations ou de tranchées pour passage de réseaux enterrés, décaissement pour mise à niveau ou pour mise en place d'une sous-couche sous enrobé) devront être évacuées dans des filières adaptées à leur qualité.

Dans le cas où des déblais seraient générés dans le cadre des travaux d'aménagement et ne seraient pas réemployés sur site dans les conditions du point 2.3.c -, alors ils devront faire l'objet d'une analyse de contrôle par lot afin d'être évacués vers des filières adaptées :

- ISDI pour les terres inertes
- ISDND<sup>4</sup> ou ISDD<sup>5</sup> pour les terres non inertes

#### **Sécurité lors de travaux dans les zones polluées**

Dans le cadre de futurs travaux, les travailleurs pourront être en contact avec des sols contaminés. Dans le cadre d'un chantier, il convient de noter que les travailleurs peuvent être en contact avec les substances volatiles mais également avec celles qui ne le sont pas, *via* les poussières.

D'une manière générale, les voies d'exposition qui posent problème sont les suivantes :

- inhalation de gaz (substances volatiles),
- inhalation de poussières (substances volatiles et non volatiles, en particulier les métaux),
- contact cutané,
- contact oculaire et avec les muqueuses,
- ingestion accidentelle.

Compte tenu de la toxicité des substances qui pourraient être 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, combinaison, chaussures de sécurité), ils devront adopter :

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

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 « Protection des travailleurs sur les chantiers de réhabilitation de sites industriels pollués » Co-éditions ADEME/INRS réf. ED 866- juin 2002-nouvelle édition.

#### **2.5.f - Mesures de préservation de la mémoire**

Nous recommandons la formulation, par acte authentique, de « restrictions d'usage conventionnelles » entre le GPMH et le futur acquéreur, qui porteront sur :

---

<sup>4</sup> ISDND : Installation de Stockage de Déchet Non Dangereux

<sup>5</sup> ISDD : Installation de Stockage de Déchets Dangereux

- l'interdiction d'utiliser l'eau de la nappe sur le site,
- le maintien du confinement des sols de surface,
- l'obligation de protéger les futures canalisations d'adduction d'eau potable du contact avec les terres du site,
- l'obligation de prise en compte de la qualité du sous-sol du terrain en cas de modification de l'aménagement du site,
- des prescriptions techniques relatives à des travaux souterrains (gestion des terres, protection des travailleurs...).

Afin d'assurer la pérennité de ces restrictions d'usage, l'acte les instituant devra prévoir l'obligation pour les acquéreurs successifs de faire figurer dans les actes de cession du terrain la restriction d'usage et de s'y soumettre, et de faire figurer dans les actes de cession du terrain 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.).

### 2.5.g - Synthèse du Plan de Gestion

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des mesures de gestion retenues par SITA Remediation.

**Tableau 15 : Synthèse du Plan de Gestion**

Schéma conceptuel sur site		
<b>Usage</b>	Industriel avec installation d'une usine avec parc de stockage	
<b>Aménagement</b>	- Démolition des bâtis, routes, voies ferrées, bâtiments actuels - Création des bâtiments sans sous-sol et d'espace de stockage recouvert d'un revêtement étanche - Absence d'usage des eaux souterraines sur site	
<b>Cible</b>	Travailleurs	
<b>Hors site</b>	Environnement proche : industriel (port du Havre), absence d'usages des eaux souterraines et superficielles sensibles => absence de cibles hors site	
Mesures de gestion		
	Description	Coût estimatif
<b>Actions sur les sources</b>	<b>ZS1</b> : PCB en surface * excavation et traitement hors site des terres polluées par les PCB	45 à 50 k€
	<b>ZS2</b> : HAP en profondeur : * pas d'action sur la source au regard de sa localisation	-
	<b>ZS3</b> : Métaux * Actions sur la source qu'en cas d'excavation	<i>Si excavation : 3 à 3,5 k€</i>
	<b>ZS4</b> : métaux en surface * Actions sur la source qu'en cas d'excavation	<i>Si excavation : 3 à 3,5 k€</i>
	<b>ZS5</b> : Impact en HAP et métaux * diagnostic complémentaire afin cerner la pollution HAP lors du diagnostic de la tranche conditionnelle, * excavation et traitement hors site des terres polluées par les HAP	105 à 120 k€ (biocentre) 203 à 210 k€ (ISDD)
<b>Actions sur les impacts</b>	<b>Maintien en bon état des revêtements de surface (confinement des sols de surface)</b>	Coût inclus dans le budget d'entretien des installations du site
	Canalisations AEP isolées des terres en place	Surcoût négligeable (inclus dans le coût d'installation de toute nouvelle canalisation)
<b>Surveillance</b>	Suivi de la qualité des eaux souterraines	1,6 K€ HT /campagne

**Actions complémentaires**

- Préservation de la mémoire du site : publication de tous les rapports de diagnostic et plan de gestion à la conservation des hypothèques,
- Servitudes d'usage:
  - \* pas d'usage des eaux souterraines sur site,
  - \* des prescriptions techniques relatives à des travaux souterrains (gestion des terres, protection des travailleurs...) et au maintien du confinement de surface.

D'après le schéma conceptuel établi avant application de mesures de gestion, les risques sanitaires pour les futurs usagers du site liés à l'impact en HAP, métaux et PCB sont jugés faibles à limités.

Les mesures de gestion préconisées, axées sur la maîtrise des impacts en l'absence de source de pollution concentrée, permettent de garantir la compatibilité du site avec son usage et ses aménagements : Cette approche est validée par l'Analyse des Risques Résiduels prédictive présentée dans le paragraphe suivant.

### 3. Analyse des risques résiduels prédictive

#### 3 -1. Objectifs et méthodologie

L'Analyse des Risques Résiduels (ARR) prédictive permet de vérifier la compatibilité de la qualité des milieux avec l'usage du site et avec son environnement, une fois que les mesures de gestion proposées auront été appliquées. Elle permet ainsi de valider le Plan de Gestion d'un point de vue sanitaire.

L'ARR est réalisée en quatre étapes, conformément à la méthodologie de gestion des sites et sols pollués :

- Etablissement du schéma conceptuel après réalisation des mesures de gestion, sur la base de l'état résiduel attendu et sur la base de l'usage actuel du site et de son environnement
- Evaluation de la qualité des milieux potentiellement impactés par la qualité résiduelle du site. Les concentrations dans chaque milieu d'exposition potentiel sont déterminées soit par mesures directes soit par des estimations via des modèles de transfert
- Evaluation des risques – 1<sup>er</sup> critère : par comparaison des teneurs estimées ou mesurées dans les milieux d'exposition, avec les valeurs de référence existantes pour le milieu concerné : valeurs réglementaires et/ou de bruit de fond
- Evaluation des risques – 2<sup>ème</sup> critère : par une évaluation quantitative des risques sanitaires résiduels et comparaison avec les indices de risques ainsi calculés avec les limites d'acceptabilité du risque fixées par le ministère chargé de l'environnement.

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une ARR, les caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques des substances et des valeurs de référence dans les milieux d'exposition sont nécessaires car il s'agit de paramètres primordiaux dans l'évaluation des transferts de la pollution et des risques sanitaires.

Ces données sont recherchées dans des bases de données nationales et internationales (Cf. **annexe 8, figure 1**).

#### 3 -2. Mesures de gestion prises en compte

Les mesures de gestion considérées dans l'ARR sont celles préconisées dans le Plan de Gestion retenu :

- excavation des terres présentant une anomalie en PCB (seuil de dépollution 1 mg/kg-MS),
- excavation des terres présentant une anomalie en HAP (seuil de dépollution 50 mg/kg-MS),
- confinement des sols au droit du site par un revêtement étanche : bitume ou béton,
- canalisation AEP isolée du terrain encaissant,
- surveillance des eaux souterraines,
- absence d'usage des eaux souterraines sur site.

### **3 -3. Schéma conceptuel après application des mesures de gestion**

En raison de la suppression de certaines zones sources de pollution, le schéma conceptuel a été mis à jour en considérant les mesures de gestion appliquées (cf. **annexe 7, figures 1 et 2**). Le schéma conceptuel présentant les cibles sur site, les voies de transfert et les voies d'exposition considérées pour la réalisation des calculs de risques, est détaillé ci-dessous :

- 1.** Les cibles sélectionnées sont les cibles fréquentant le site de manière chronique, à savoir les travailleurs. Cette démarche est réaliste.
- 2.** Les milieux d'exposition par rapport aux voies de transfert, aux cibles potentielles, aux caractéristiques de la pollution et à l'aménagement du site sont :
  - l'air ambiant à l'extérieur au droit du site,
  - l'air ambiant à l'intérieur du futur bâtiment.
- 3.** Compte tenu des aménagements envisagés, de l'application des mesures de gestion et de la pollution résiduelle au droit du site, les voies d'exposition prises en compte sont :
  - l'inhalation de substances volatiles issues du dégazage depuis les sols à l'intérieur du bâtiment,
  - l'inhalation de substances volatiles issues du dégazage depuis les sols à l'extérieur.
- 4.** La sélection des substances à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires se fait dans le chapitre 3.4.b -.

Nous avons considéré un travailleur qui passe 8 h par jour dans un bureau dans un bâtiment installé sur des sols ayant les caractéristiques résiduelles les plus pénalisante après application des mesures de gestion (hypothèse majorante).

### **3 -4. Evaluation de la qualité des milieux**

#### **3.4.a - Outil utilisé**

D'après le schéma conceptuel, compte tenu de l'usage de la zone concernée, le seul milieu d'exposition potentiel pour les travailleurs sur site est l'air ambiant intérieur et extérieur.

En l'absence de mesures d'air ambiant, pour l'air intérieur, nous avons utilisé le modèle de transfert de Johnson et Ettinger pour estimer les concentrations des substances dans l'air, ayant transféré par dégazage depuis les concentrations dans les sols.

Pour l'air extérieur, nous avons utilisé le modèle 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 »).

Nous avons utilisé le logiciel RISC 4 (version 4.59, juin 2001) qui se base sur ces modèles. Le détail des modèles est présenté à la fin de cette annexe.

#### **3.4.b - Sélection des substances et des concentrations**

Les substances et leurs teneurs dans les sols et les eaux souterraines sont utilisées directement ou comme données d'entrée des différents modèles de transfert.

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.

Nous avons sélectionné les substances détectées dans les sols et qui possèdent une VTR et/ou une valeur réglementaire dans l'air ambiant (volatils ou poussières). Nous avons considéré ces substances après application des mesures de gestion pour les PCB et les HAP. Elles sont présentées dans le tableau en page suivante.

**Tableau 16 : Sélection des substances et des concentrations pour estimer les teneurs dans les milieux d'exposition**

Voie d'exposition	Inhalation de substances depuis les gaz du sol	
Stratégie de sélection	Teneurs maximales mesurées dans les sol pour les substances volatiles (mg/kg)	
Substances	Valeur	origine de la donnée
<b>Métaux</b>		
arsenic	-	Non volatil
cadmium	-	Non volatil
chrome	-	Non volatil
cuivre	-	Non volatil
mercure	<b>0,89</b>	Teneur maximale (après application des mesures de gestion)
plomb	-	Non volatil
nickel	-	Non volatil
zinc	-	Non volatil
<b>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</b>		
naphtalène	<b>2,5</b>	Teneur maximale (après application des mesures de gestion)
acénaphthylène	-	Non volatil
acénaphthène	-	Non volatil
fluorène	-	Non volatil
phénanthrène	-	Non volatil
anthracène	-	Non volatil
fluoranthène	-	Non volatil
pyrène	-	Non volatil
benzo(a)anthracène	-	Non volatil
chrysène	-	Non volatil
benzo(b)fluoranthène	-	Non volatil
benzo(k)fluoranthène	-	Non volatil
benzo(a)pyrène	-	Non volatil
dibenzo(ah)anthracène	-	Non volatil
benzo(ghi)pérylène	-	Non volatil
indéno(1,2,3-cd)pyrène	-	Non volatil
<b>POLYCHLOROBIPHENYLES</b>		
PCB totaux (7)	<b>1</b>	Teneur résiduelle considérée
	<b>xxx</b>	Substance sélectionnée

Les paramètres d'entrée du modèle sont présentés en **annexe 8, figure 2**. Les caractéristiques du modèle figurent en **annexe 8, figure 3**.

### 3 -5. Comparaison aux valeurs de référence

#### 3.5.a - Valeurs de référence pour l'air ambiant

Textes français (valeurs réglementaires)

Article R221-1 du Code de l'Environnement (Livre II : Milieux Physiques - Titre II : Air et Atmosphère Chapitre 1er : Surveillance de la qualité de l'air et information du public Section 1 : Surveillance de la qualité de l'air) relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de la qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites. Ces valeurs concernent spécifiquement l'air extérieur.

Valeurs guides de l'OMS (valeurs guide)

Air Quality Guidelines for Europe - seconde édition - OMS – 2000. A noter que les valeurs proposées dans les textes français ou communautaires sont issues de ce document.

Valeurs proposées par l'ANSES pour la qualité de l'air intérieur (valeurs guide)

L'ANSES a défini « des valeurs guide air ambiant » (VGAI) sur la base de critères sanitaires : « [http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/027042903425718773350058472815/valeurs\\_guides\\_qualite\\_air\\_interieur\\_methodologie.pdf](http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/027042903425718773350058472815/valeurs_guides_qualite_air_interieur_methodologie.pdf) » en juillet 2007. Ces valeurs concernent spécifiquement l'air intérieur. Dans cette étude, l'ANSES précise également les valeurs de bruit de fond dans l'air extérieur notamment pour les sites industriels.



**3.5.b - Teneurs estimées et comparaison aux valeurs de référence**

Le tableau suivant présente les substances estimées dans l'air ambiant au droit du site ainsi que les valeurs de référence pour l'air ambiant.

**Tableau 17 : Teneurs estimées dans l'air et comparaison aux valeurs de référence (mg/m<sup>3</sup>)**

Substances	Concentrations dans les sols (mg/kg)	Concentrations estimées dans l'air ambiant (mg/m <sup>3</sup> )		Valeurs établies sur des critères sanitaires								Valeurs réglementaires	
				air extérieur				air intérieur-VGAI				air extérieur	air intérieur
				International		International		France		France		France	France
				OMS		OMS		Europe/Index		ANSES		Code de l'environnement	Code de l'environnement
Air ambiant intérieur	Air ambiant extérieur	effets non cancérigènes	effets cancérigènes	effets non cancérigènes	effets cancérigènes	effets non cancérigènes	effets cancérigènes	effets non cancérigènes	effets cancérigènes				
Mercure	0,89	5,13E-04	1,63E-05	0,001 (moyenne annuelle)									
Naphtalène	2,3	3,82E-03	9,89E-05										
PCB	0,56	4,26E-06	1,86E-07			0,01 (moyenne annuelle-long terme)		0,01 (moyenne annuelle-long terme)		0,01 (pour une exposition à long terme : > 1 an)			

Les concentrations en mercure, naphtalène et PCB estimées dans l'air ambiant intérieur et extérieur sont faibles et inférieures aux valeurs de référence pour les substances qui en possèdent.

### 3 -6. Evaluation des risques sanitaires

La démarche comporte deux étapes successives : l'évaluation des expositions et la quantification des risques.

#### 3.6.a - Evaluation des exposition

##### 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

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 18 : Expressions de l'évaluation des expositions**

Pour la voie inhalation de substances sous forme gazeuse	
<b>Expression de l'exposition</b>	<b>CI = Concentration moyenne Inhalée (mg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Formule</b>	<b>CI = <math>\sum(C_i * t_i) * (T * F / T_m)</math></b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ci : concentration inhalée pendant la fraction de temps ti (mg/m<sup>3</sup>)</li> <li>- ti : fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant 1 journée,</li> <li>- T : durée d'exposition (an)</li> <li>- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)</li> <li>- F : fréquence d'exposition: nombre de jours d'exposition par an (jours/an)</li> </ul>

##### Valeurs des paramètres

Les valeurs des paramètres propres aux cibles (T, F, Tm, ti, 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 de l'usage du site (industriel).

Les valeurs retenues sont reportées dans le tableau en page suivante.

**Tableau 19 : Valeurs des paramètres pour l'évaluation des expositions**

Paramètres	Travailleurs	Unité	Source
<b>Paramètres COMMUNS</b>			
<b>P</b> (poids)	70	kg	Supplemental guidance for developing soil screening levels for superfund sites- report OSWER 9355.4-24, march 2001 USEPA + Méthode de calcul des valeurs de constat d'impact (VCI) dans les sols, (INERIS, novembre 2001). La valeur correspond à la durée moyenne de temps de travail en France.
<b>T</b> (durée d'exposition)	40	année	
<b>F</b> (fréquence d'exposition)	220	jours/an	Nombre de jours moyens travaillés en France.
<b>Tm</b> non cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	14600 (40 ans)	jours	Tm est égale à la durée d'exposition T, exprimée en jours, pour une exposition à des substances non cancérigènes.
<b>Tm</b> cancérigène (période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition)	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.
<b>Paramètres spécifiques INHALATION DE GAZ</b>			
<b>CI</b> (concentration inhalée)	cf. tableau 17	mg/m <sup>3</sup>	Teneurs estimées par modélisation depuis les sols et les eaux souterraines
<b>t_intérieur</b> (fraction de temps d'exposition pendant la journée)	8h/jour	sans unité	Durée moyenne d'une journée de travail en France.
<b>t_extérieur</b> (fraction de temps d'exposition pendant la journée)	1h/jour	sans unité	On considère que le travailleur passera 1h/j à l'extérieur

### Résultats de l'évaluation des expositions

Les résultats des CI sont présentés en **annexe 8, figure 4**.

#### 3.6.b - Evaluation quantitative des risques sanitaires

##### Principe de quantification des risques

On distingue les risques pour les effets à seuils (effets non cancérigènes) et les risques pour les effets sans seuils (effets cancérigènes).

Le tableau suivant présente les deux expressions du risque avec les modalités de calculs et les limites d'acceptabilité associées.

**Tableau 20 : Expression de la quantification des risques**

	Quantification du risque pour les effets à seuil (non cancérigène)	Quantification du risque pour les effets sans seuil (cancérigène)
<b>Expression du risque</b>	<b>QD = Quotient de Danger</b>	<b>ERI = Excès de Risque Individuel</b>
<b>Signification</b>	la possibilité de survenue d'un effet toxique si la limite d'acceptabilité est dépassée	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
<b>Formule</b>	<b>QD=CI/VTR</b>	<b>ERI=CI*VTR</b>
	CI : Concentration Inhalée (mg/m <sup>3</sup> )	
	VTR : valeur toxicologique de référence pour les effets à seuil, en mg/m <sup>3</sup>	VTR : valeur toxicologique de référence en pour les effets sans seuils, en (mg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>
<b>Limite d'acceptabilité</b>	<b>Σ QD &lt;1 (somme des QD pour chaque substance et chaque voie d'exposition)</b>	<b>Σ ERI &lt;10<sup>-5</sup> (somme des ERI pour chaque substance et chaque voie d'exposition)</b>

NOTA : les QD sont normalement additionnés pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur les mêmes organes cibles. En première approche, et compte tenu des incertitudes sur les effets toxiques des polluants rencontrés, nous avons considéré que toutes les substances sur le site avaient les mêmes effets sur les mêmes organes. Nous avons donc sommé tous les QD.

### Résultats des risques

Le tableau suivant présente la synthèse des résultats du risque pour le scénario considéré. Le détail des résultats pour chacune des substances est fournis en **annexe 8, figure 4**.

**Tableau 21 : Synthèse de l'évaluation quantitative des risques sanitaires**

Quai Joannes	Usage industriel	
	Travailleur	
	ERI	QD
<b>Inhalation de gaz</b>		
- air intérieur	4,8E-07	6,0E-01
- air extérieur	1,6E-09	2,2E-03
<b>TOTAL</b>	<b>4,8E-07</b>	<b>6,0E-01</b>
<i>Limite d'acceptabilité</i>	<i>1,E-05</i>	<i>1,E+00</i>

Les QD et les ERI pour un usage industriel sont inférieurs à leur limite d'acceptabilité respective définie par le ministère chargé de l'environnement.

**L'évaluation quantitative des risques montre que la qualité des milieux après application des mesures de gestion sera compatible avec l'usage et l'aménagement du site (industriel).**

### **3 -7. Analyses des incertitudes**

L'analyse des incertitudes a pour objectif d'étudier l'influence des paramètres et des hypothèses pris en compte dans l'ARR prédictive.

#### **3.7.a - Caractéristiques toxicologiques des substances**

Pour chaque substance, 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 30 mai 2006 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence.

- 6 bases de données sont consultées : USEPA-IRIS, OMS/IPCS, ATSDR, RIVM, OEHHA et Santé Canada. Les 3 premières étant considérées comme plus fiables,
- pour les substances à effets de seuil, la sélection se fait selon la hiérarchisation suivante : USEPA puis ATSDR puis OMS/IPCS puis Health Canada, RIVM et OEHHA,
- pour les substances à effets sans seuil, on consultera successivement USEPA puis OMS/IPCS, RIVM et OEHHA.

Le choix des caractéristiques toxicologiques est conforme la réglementation relative aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, encadrée par les notes et circulaires du 8 février 2007 et leurs annexes.

#### **3.7.b - Scénario d'exposition**

Le site étudié sera à usage industriel et de nouveaux aménagements seront construits :

- Mise en place d'une usine à l'est du site,
- Création d'une aire de stockage dans la zone ouest,
- sols de surface recouverts (bitume ou dalle béton).

Les cibles étudiées dans l'ARR sont les travailleurs présents sur la future usine.

Compte tenu de l'usage considéré (industriel), le schéma conceptuel conclut à des risques limités en l'état actuel de la qualité des milieux, dues à l'inhalation potentielle de substances volatiles ayant dégazées depuis les sols.

Pour la présente étude, nous avons réalisé des calculs de risques en considérant les mesures de gestion appliquées :

- Suppression des zones sources HAP (seuil résiduel pour les HAP = 50 mg/kg-MS et naphtalène = 2,5 mg/kg-MS),
- Suppression des zones sources PCB (seuil résiduel pour les PCB = 1 mg/kg-MS).

Nous avons également considéré :

- confinement des sols au droit du site et maintien des revêtements de surface en bon état,
- surveillance des eaux souterraines,
- absence d'usage des eaux souterraines sur site.

#### **3.7.c - Modèle de transfert utilisé**

L'émission de polluants sous forme gazeuse depuis le sous-sol a été estimée avec le modèle de Johnson et Ettinger, qui prend en compte la diffusion et la convection.

Le modèle permet de calculer les concentrations dans l'air à partir d'une source de pollution finie ou d'une source de pollution infinie.

Dans le cas présent, le logiciel RISC utilise le modèle pour le cas d'une source de pollution infinie, c'est-à-dire que les concentrations dans les sols et dans les eaux restent identiques en tout temps : la perte par évaporation n'est pas prise en considération.

Cette option n'a pas d'effet majeur sur l'évaluation du risque non cancérigène, puisque l'on compare la plus forte concentration (généralement atteinte pour une durée simulée de moins d'un an) avec une dose de référence.

En revanche, l'option de source infinie est majorante pour l'évaluation du risque cancérigène, puisque c'est l'exposition cumulée sur plusieurs années (40 ans pour l'adulte) qui permet d'estimer le risque. Or dans la réalité, la concentration devrait diminuer au fil des années.

Une autre hypothèse majorante induite par le modèle de Johnson et Ettinger est que toutes les vapeurs arrivant sous les fondations vont passer dans le bâtiment, même si les dalles et les murs sont des barrières étanches aux vapeurs.

D'après les remarques citées ci-dessus, l'utilisation du modèle de Johnson et Ettinger dans le logiciel RISC est une approche majorante, en particulier dans l'évaluation du risque cancérigène.

### **3.7.d - Paramètres pour l'évaluation des expositions**

#### **Paramètres relatifs aux cibles**

L'ensemble des valeurs des paramètres relatifs aux cibles (travailleurs) pris en compte a été détaillé dans le chapitre 3.6.a -. Ainsi, nous avons pris en compte des valeurs recommandées et couramment utilisées par des organismes tels que l'USEPA, l'INERIS et le RIVM, qui sont raisonnablement majorantes.

Nous avons considéré un temps de présence de 8h/j dans un bureau (espace réduit et confiné) et 1 h/j en extérieur au droit de la zone de stockage. Cette approche est majorante. En considérant, la présence de 13h/j dans le bureau, le risque est acceptable, au-delà il ne l'est pas.

#### **Paramètres pour les modélisations de dégazage**

Pour modéliser le phénomène de dégazage, nous avons utilisé le modèle de Johnson et Ettinger. Les paramètres de modélisation sont issus des données de terrain, des caractéristiques de l'aménagement du site, des mesures de gestion proposées et à défaut des valeurs proposées par le logiciel RISC, qui sont conservatoires. Nous avons considéré qu'un bureau était installé sur les zones de pollution résiduelles, or à ce jour, aucun bâtiment n'est prévu dans ces zones.

Dans une démarche majorante, nous avons considéré que la source sol était présente dès 50 cm de profondeur, hors certaines substances sont présentes à des profondeurs plus importantes.

Dans une démarche sécuritaire, en l'absence de plan d'aménagement bien défini, nous avons réalisé les calculs pour un bureau unitaire de 12 m<sup>2</sup>. En effet, le risque relatif au dégazage est fonction du volume du bâtiment (plus celui-ci est important plus le risque est faible). Cette démarche permet de valider que les risques sont acceptables dans une configuration pénalisante.

Un paramètre très influent est le nombre d'échange d'air dans les locaux souvent compris entre 0,1 et 1,5 échange d'air par heure selon les organismes. Nous avons fait le choix de considérer une valeur de 24 échanges d'air par jour dans les locaux de plain-pied (paramètre régulièrement mis en place dans un nouveau bâtiment industriel). Dans le cas où une ventilation plus importante est envisagée dans le projet, les résultats seront d'autant plus acceptables.

En ce qui concerne la modélisation du dégazage en extérieur, nous avons considéré que la surface polluée était présente sur 100 m ; or en considérant les résultats d'analyses des sols, la zone source polluées par des éléments chimiques est d'une longueur moindre. Ainsi, cette distance est majorante.

De, plus, la zone source considérée dans le modèle est par ailleurs beaucoup plus étendue que la réalité, la teneur maximale retenue dans les sols étant ponctuelle.

Nous avons pris en compte une valeur de 4,7 m/s pour la vitesse du vent (donnée selon Kessler & Chambraud (*Météo de la France, tous les climats localité par localité - 1990*)), cette approche est donc réaliste.

Ces approches sont donc majorantes.



### **Sélection des substances et des concentrations**

Toutes les substances toxiques, possédant une valeur réglementaire et/ou une VTR, présentes dans les milieux investigués (sols et eaux souterraines) ont été sélectionnées. La sélection des substances et des concentrations a été réalisée avec les concentrations résiduelles attendues. Toutefois, nous avons considéré que le mercure était présent sous forme élémentaire et volatile. Hors le mercure analysé dans les sols n'est pas constitué dans sa totalité sous cette forme volatile, ce qui rend notre approche est majorante.

#### **3.7.e - Synthèse des incertitudes sur les résultats du risque**

Les hypothèses et les paramètres pris en compte sont spécifiques ou à défaut majorants. Les valeurs des paramètres choisies proviennent :

- de valeurs spécifiques et mesurées sur le site,
- d'organismes reconnus (INERIS, USEPA, ATSDR,..),
- de valeurs communément utilisées ou proposées par les organismes et logiciels traitant d'évaluation de risques.

L'analyse des incertitudes a montré que les résultats obtenus sont souvent maximalistes, de par les paramètres sécuritaires pris en compte. Le résultat est donc considéré comme fiable.

## XI CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le Grand Port Maritime du Havre (GPMH) est propriétaire de l'ensemble des terrains localisés des silos à sucre jusqu'au rond point du môle central, le long du quai JOANNES, au Havre (76). L'ensemble de la zone d'étude est composé de hangars de stockage (céréales, fruits...), de la gare maritime (accueil de visiteurs et spectacles culturels), de zones de stockage de matériaux de démolition, de bâtiments administratifs, d'une voie ferrée, de l'avenue Lucien Corbeaux, de différentes entreprises, des silos à sucre et de parkings (poids lourds et véhicules légers).

Dans le cadre d'un futur aménagement de la zone (création d'une usine de fabrication et d'assemblage de pièces métalliques de gros volume ainsi qu'un terre plein d'opérations de stockage et d'assemblage), le GPMH souhaite réaliser un diagnostic de sol (« Etat Zéro »). Le plan d'aménagement de la future zone d'étude n'est pas encore finalisé au stade de la rédaction de ce rapport. Cependant, à la demande du GPMH, nous nous baserons sur le fait que la topographie actuelle des terrains est compatible avec l'aménagement futur (pas de décaissement généralisé sur le site). Néanmoins, des décaissements ponctuels sur une profondeur de 1 à 2 m pourront être nécessaires.

L'ensemble des bâtiments existants et zones de stockage des matériaux de démolition feront l'objet d'une étude de pollution une fois démolis et une fois les matériaux déplacés dans le cadre d'une tranche conditionnelle, réalisable dans un délai de 2 ans après la tranche ferme.

SITA Remediation a réalisé une étude de vulnérabilité et un diagnostic des sols qui ont permis de définir les points suivants :

- historique

La zone d'étude a servi de zone de stockage de denrées alimentaires ou de gravats, à l'air libre ou dans des hangars. Cinq anciens transformateurs PCB (démantelés entre 2008 et 2011) et 12 transformateurs huile ont été dénombrés dans la zone d'étude, en extérieur. Par ailleurs, d'autres transformateurs et des cuves fuel ont également été référencés à l'intérieur des bâtiments. Ces derniers feront l'objet d'un diagnostic complémentaire (tranche conditionnelle) lors du démantèlement des bâtis, voies ferrées et bâtiments actuels.

- contexte environnemental de la zone d'étude :

- la présence de terrains alluvionnaires représentés successivement par des remblais récents et divers, des sables plus ou moins silteux, des galets, sables et graviers, surmontant un bed-rock marneux dont le toit situé vers 30 m de profondeur est constitué par des argiles noires,
- la présence d'une nappe superficielle entre 2,7 et 4 m de profondeur, dont les écoulements sont très perturbés au droit de la zone d'étude : ils se font essentiellement vers les bassins portuaires situés à proximité immédiate (bassins Théophile Ducrocq et quai Bellot situés au sud et au nord de la zone d'étude) mais des inversions temporaires en période de marée haute peuvent être observées,
- la présence de bassins portuaires à proximité immédiate de la zone d'étude et de l'embouchure de la Seine à 2 km au sud,
- l'absence d'ouvrages AEP, AEI et AEA vulnérables à une pollution issue du site dans le secteur d'étude,
- l'interdiction de baignade, de sports nautiques ou de pêche dans les bassins mitoyens.

- de définir cinq zones sources de pollution :
  - une anomalie significative en PCB en surface (SF2, à proximité du poste transformateur 500),
  - une légère anomalie en HAP en profondeur (SF3, ancien hangar 53 et zone de stockage H52-H54),
  - une anomalie métallique en surface (SF3 ancien hangar 53 et zone de stockage H52-H54),
  - une anomalie métallique en surface et en profondeur (SF9 et SF10, voire ferrée),
  - une anomalie métallique et HAP en profondeur (SF13, ancien H16).
- de définir les voies de transfert, voie d'exposition, les cibles et les risques associés à la présence d'une pollution.

L'ensemble des risques répertoriés dans le schéma conceptuel est lié à l'inhalation de gaz dans les futurs bâtiments et en extérieur.

Le schéma conceptuel établi sur la base de l'installation d'une activité industrielle et application des mesures de gestion, conclut à des risques sanitaires jugés faibles à limités sur site et inexistant hors site.

Ainsi, dans le cadre de l'amélioration des milieux, un Plan de Gestion a été établi.

Plusieurs mesures de maîtrise des sources et des impacts ont été présentées et comparées par le biais d'un bilan coûts-avantages.

Les éléments du Plan de Gestion préconisé par SITA Remediation sont présentés dans les tableaux en page suivante.

Les éléments présentés dans ce rapport constituent une aide à la décision, les différentes options présentées pourront être discutées préalablement au choix, par le maître d'ouvrage, de la solution de gestion retenue.

**Tableau 22 : Synthèse du plan de gestion préconisé par SITA Remediation**

Schéma conceptuel sur site		
<b>Usage</b>	Industriel avec installation d'une usine avec parc de stockage	
<b>Aménagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Démolition des bâtis, routes, voies ferrées, bâtiments actuels</li> <li>- Création des bâtiments sans sous-sol et d'espace de stockage recouvert d'un revêtement étanche</li> <li>- Absence d'usage des eaux souterraines sur site</li> </ul>	
<b>Cible</b>	Travailleurs	
<b>Hors site</b>	Environnement proche : industriel (port du Havre), absence d'usages des eaux souterraines et superficielles sensibles => absence de cibles hors site	
Mesures de gestion		
	Description	Coût estimatif
<b>Actions sur les sources</b>	<b>ZS1</b> : PCB en surface * excavation et traitement hors site des terres polluées par les PCB	45 à 50 k€
	<b>ZS2</b> : HAP en profondeur : * pas d'action sur la source au regard de sa localisation	-
	<b>ZS3</b> : Métaux * Actions sur la source qu'en cas d'excavation	Si excavation : 3 à 3,5 k€
	<b>ZS4</b> : métaux en surface * Actions sur la source qu'en cas d'excavation	Si excavation : 3 à 3,5 k€
	<b>ZS5</b> : Impact en HAP et métaux * diagnostic complémentaire afin cerner la pollution HAP lors du diagnostic de la tranche conditionnelle, * excavation et traitement hors site des terres polluées par les HAP	105 à 120 k€ (biocentre) 203 à 210 k€ (ISDD)
<b>Actions sur les impacts</b>	<b>Maintien en bon état des revêtements de surface (confinement des sols de surface)</b>	Coût inclus dans le budget d'entretien des installations du site
	Canalisations AEP isolées des terres en place	Surcoût négligeable (inclus dans le coût d'installation de toute nouvelle canalisation)
<b>Surveillance</b>	Suivi de la qualité des eaux souterraines	1,5 K€ HT /campagne
<b>Actions complémentaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Préservation de la mémoire du site : publication de tous les rapports de diagnostic et plan de gestion à la conservation des hypothèques,</li> <li>- Servitudes d'usage: <ul style="list-style-type: none"> <li>* pas d'usage des eaux souterraines sur site,</li> <li>* des prescriptions techniques relatives à des travaux souterrains (gestion des terres, protection des travailleurs...) et au maintien du confinement de surface.</li> </ul> </li> </ul>	

L'analyse des risques résiduels prédictive réalisée a permis de valider que la qualité des milieux sur site sera compatible avec l'usage industriel et les futurs aménagements du site ainsi qu'avec son environnement après application des mesures de gestion.

L'analyse des incertitudes a montré que les hypothèses prises en compte sont majorantes ; les résultats de l'ARR sont donc fiables.

Cette étude a été menée sur la base des connaissances actuelles de l'état du site et de l'état de l'art en matière d'étude de risques. En cas de modification d'usage et d'aménagements, les risques sanitaires associés à la qualité des milieux au droit du site devront être pris en compte.

*Le contenu et les conclusions de ce rapport doivent toujours être compris et interprétés dans les limites détaillées dans le document intitulé « Engagements et Responsabilités en Matière d'Etudes » joint en **annexe 9** du présent rapport*

# Annexe 1

Plans de situation





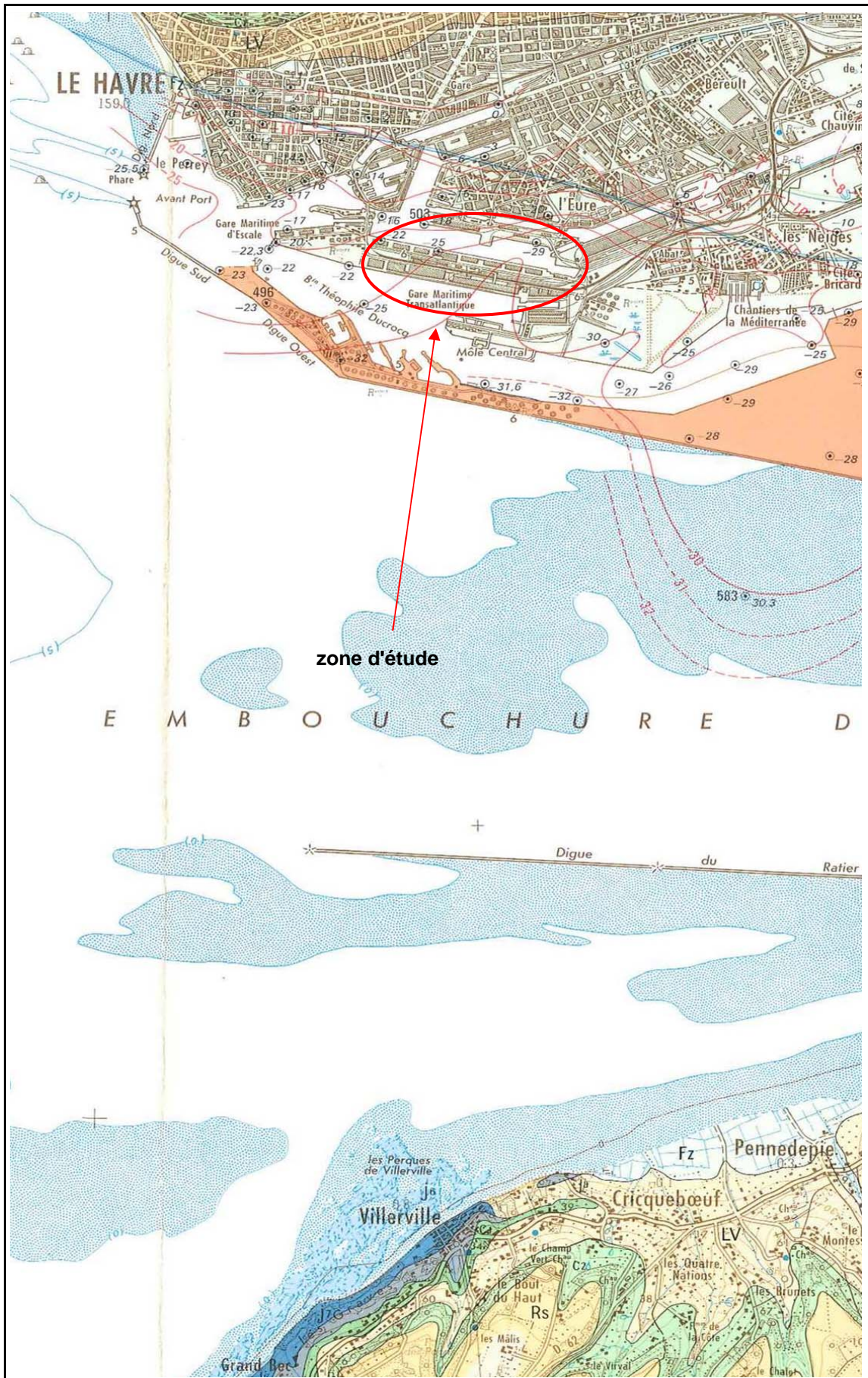




# Annexe 2

Géologie et hydrogéologie





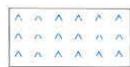
Carte Géologique (1/ 50 000)  
 Extrait de la carte 97  
**GPMH Quai JOANNES - Le Havre (76)**

Annexe : 2  
 Figure : 1

FORMATIONS SUPERFICIELLES  
ET  
ALLUVIONNAIRES



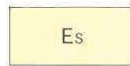
Dépôts artificiels



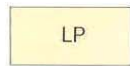
Masses éboulées  
le long de la Falaise



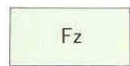
Limons de comblement  
des fonds de vallées



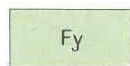
Remplissage des ravins avec  
des silex empâtés de limons



Limons des plateaux



Alluvions récentes

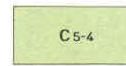


Alluvions anciennes

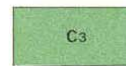


Formation à silex  
et ses résidus sur les pentes  
*a* - Poches de sables associées  
*b* - Grès et conglomérats tertiaires

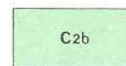
TERRAINS SÉDIMENTAIRES



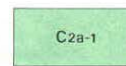
Sénonien - Turonien supérieur  
Craie blanche à silex



Turonien inférieur et moyen  
Craie sans silex



Cénomaniens moyen à supérieur  
Craie à silex



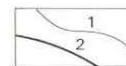
Albien - Vraconien - Cénomaniens inférieur  
Marnes et gaizes, argiles et glauconites,  
poudingues et grès



Néocomien  
Sables



Jurassique  
Argiles et calcaires gris noir



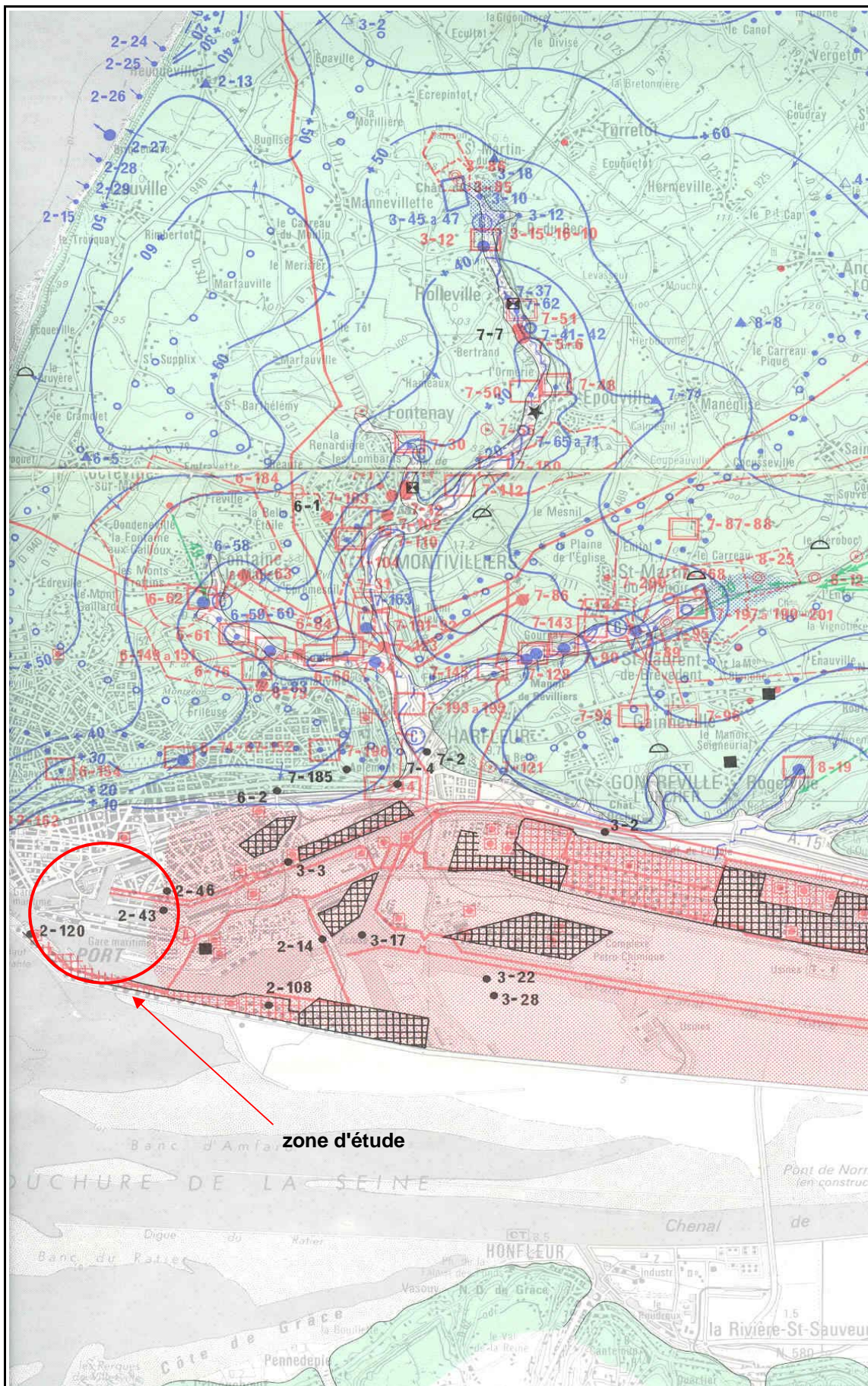
1 - Contour géologique  
2 - Faille visible



Legende de la carte géologique  
Extrait des cartes n° 74 et 97  
**GPMH Quai JOANNES - Le Havre (76)**

Annexe : 2  
Figure : 2





Carte hydrogéologique de Seine-Maritime (76)  
 Extrait de la carte hydrogéologique au 1/100 000<sup>e</sup>  
**GPMH Quai JOANNES - Le Havre (76)**

Annexe : 2  
 Figure : 3

# Annexe 3

Plan du site et de son aménagement futur





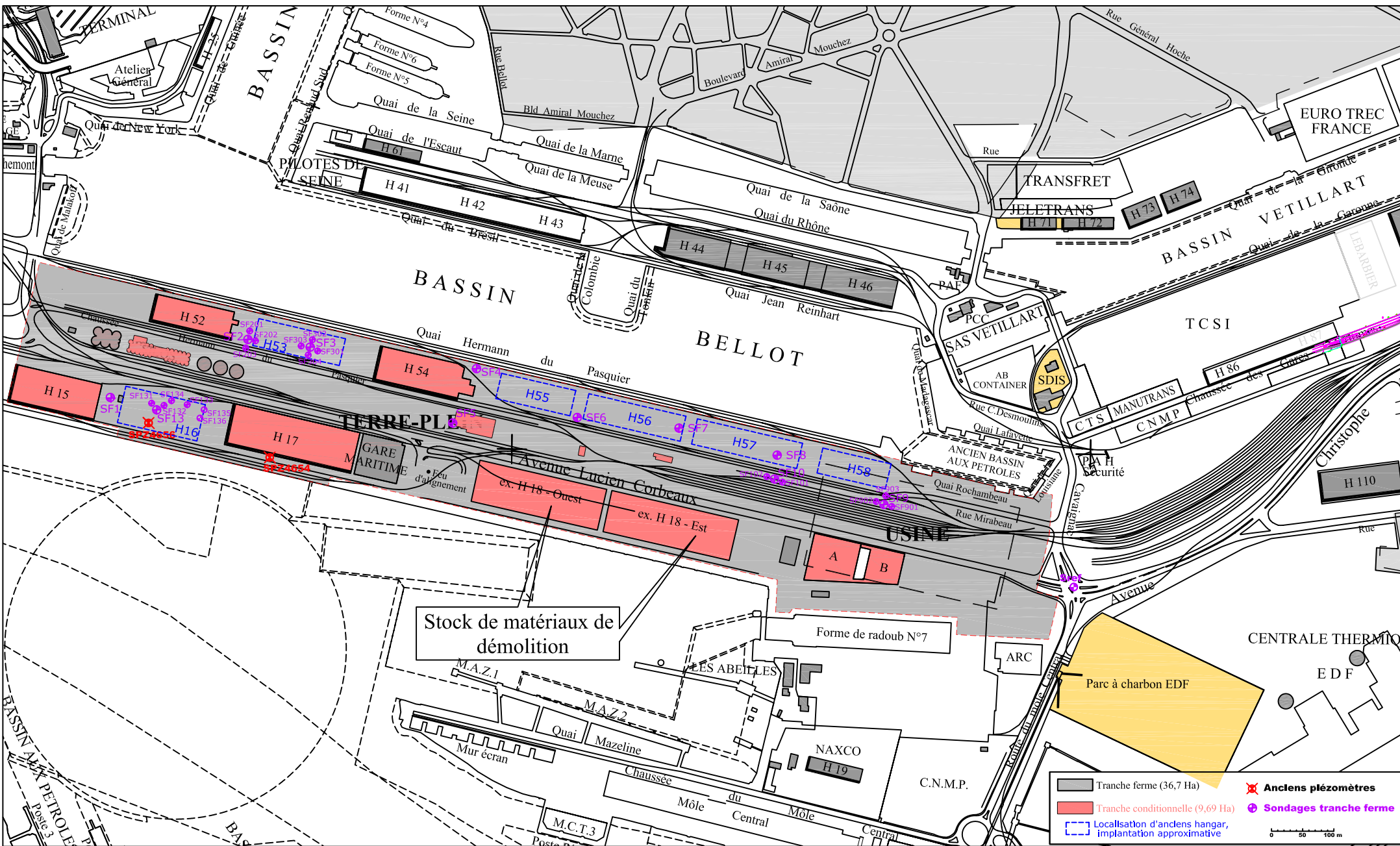




# Annexe 4

Diagnostic de 2012







# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
02/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF1

Echantillon :	4
Service :	BE
Prélevé par:	NJ/AKR

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	11h40
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.592'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°07.751'	

Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input type="checkbox"/> exact	<input checked="" type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Description lithologique	Echantillons		Mesure gaz (ppmV)	Observations organolept	Piézomètre		Lithologie
			Eau	Sol			Profondeur (m)	Equipement	
0		enrobé							<b>Lithologie</b> Terre végétale : TV Argile : A Argile limoneuse : A Argile sableuse: As Limons argileux : La Limons sableux : Ls Limons : L Marnes : M Marnes calcaires : Mc Sables argileux : Sa Sables limoneux : Sl Sablefins : Sf Sables : S Sables grossiers : Sgros Sables et graviers : Sg Sables graviers galets : Sgg Graviers : G Graviers et Galets : Gg Galets : Ga Galets et blocs : Gab Blocs : B Calcaires : C Granite : Gte Substratum : Sub Remblais : R Enrobés : E Refus : Rfs Autre : ____
0.5		remblais: sable gris + brique + remblais, niveau dur vers 2 m			O: Ø C: Ø	Remblais	Tubage plein		
1					O: Ø C: Ø	Bouchon d'argile			
1.8	▽	Sables argileux noirs + graviers + briques			O: Ø C: Ø	Tubage plein			
2					O: Ø C: Ø		Massif filtrant		
3		REFUS				Tubage crépiné			
						bouchon fond			



# FICHE SONDAGE

N° batpro: N7120550  
 Nom du chef de projet: AKR  
 Date: 02/07/2012

Nom du dossier : GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF2

Echantillon :	5
Service :	BE
Prélevé par :	AKR

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	15h03
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.653'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°09.949'	

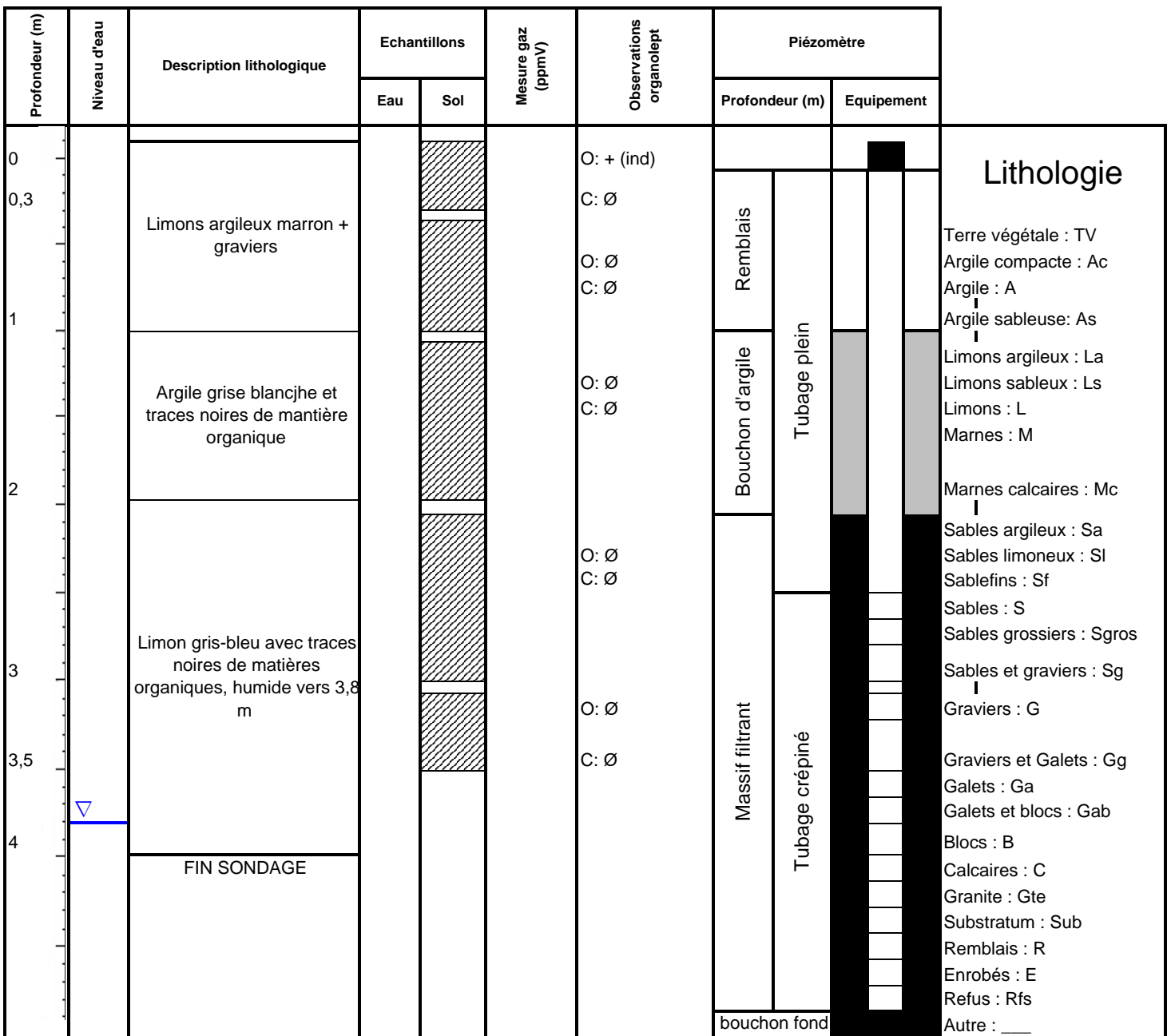
Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input checked="" type="checkbox"/> exact	<input type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués





# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
02/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF3

Echantillon :	5
Service :	BE
Prélevé par:	AKR

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	14h38
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.643'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.016'	

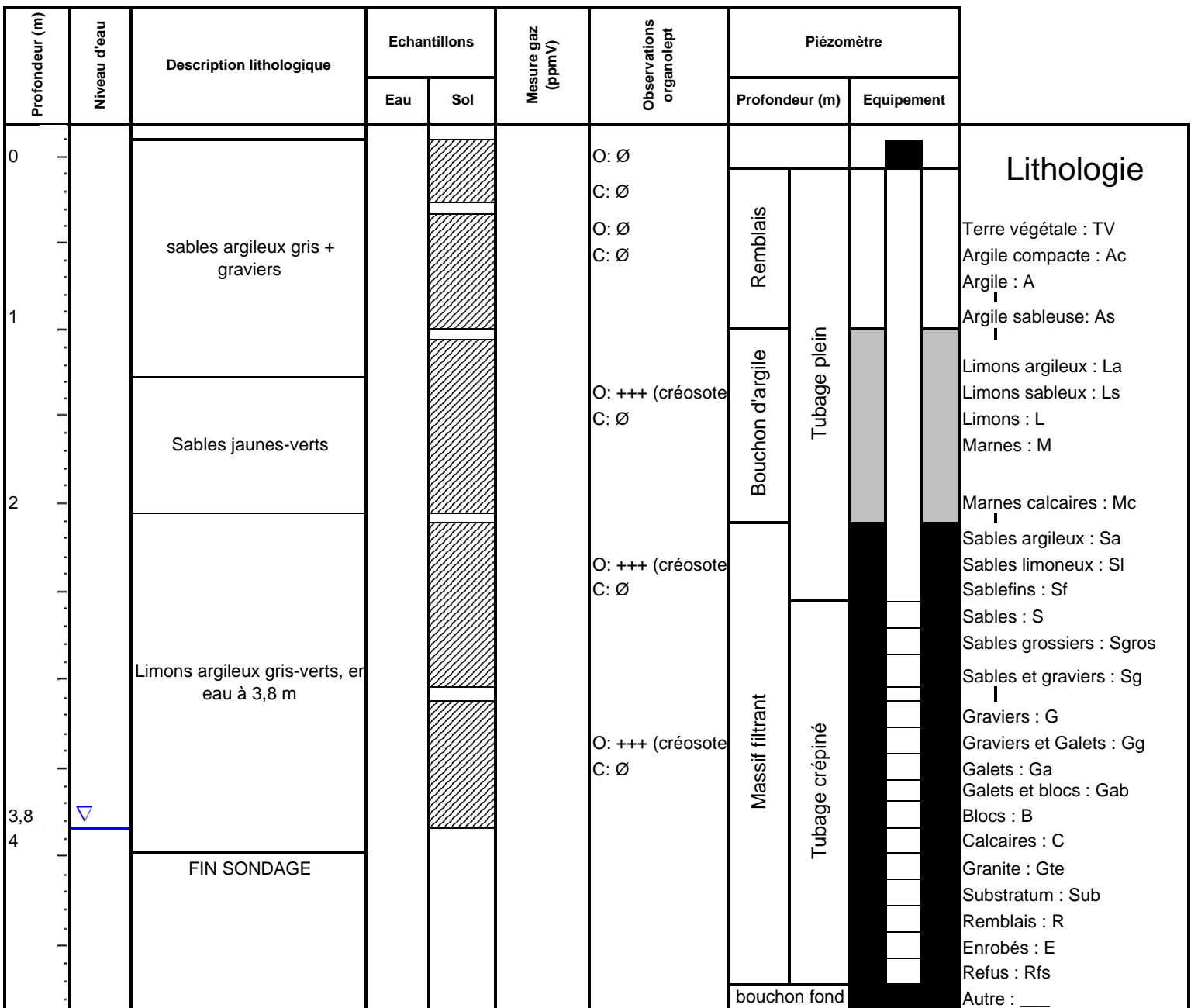
Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input checked="" type="checkbox"/> exact	<input type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  Evacués





# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
02/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF4

Echantillon :	2
Service :	BE
Prélevé par:	NJ/AKR

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	15h36
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.636'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.267'	

Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input checked="" type="checkbox"/> exact	<input type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  Evacués

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Description lithologique	Echantillons		Mesure gaz (ppmV)	Observations organolept	Piézomètre		Lithologie
			Eau	Sol			Profondeur (m)	Equipement	
0		enrobé							<b>Lithologie</b> Terre végétale : TV Argile : A Argile limoneuse : A Argile sableuse: As Limons argileux : La Limons sableux : Ls Limons : L Marnes : M Marnes calcaires : Mc Sables argileux : Sa Sables limoneux : Sl Sablefins : Sf Sables : S Sables grossiers : Sgros Sables et graviers : Sg Sables graviers galets : Sgg Graviers : G Graviers et Galets : Gg Galets : Ga Galets et blocs : Gab Blocs : B Calcaires : C Granite : Gte Substratum : Sub Remblais : R Enrobés : E Refus : Rfs Autre : ____
0,5		Argile marron + sable + graviers							
1									
1,8									
2		Dalle béton							
3		REFUS							





# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
04/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF5

Echantillon :	5
Service :	BE
Prélevé par :	NJ

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	9h05
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.581'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.228'	

Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input type="checkbox"/> exact	<input checked="" type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Description lithologique	Echantillons		Mesure gaz (ppmV)	Observations organolept	Piézomètre		Lithologie
			Eau	Sol			Profondeur (m)	Equipement	
0		enrobé							<b>Lithologie</b> Terre végétale : TV Argile : A Argile limoneuse : A Argile sableuse: As Limons argileux : La Limons sableux : Ls Limons : L Marnes : M Marnes calcaires : Mc Sables argileux : Sa Sables limoneux : Sl Sablefins : Sf Sables : S Sables grossiers : Sgros Sables et graviers : Sg Graviers : G Graviers et Galets : Gg Galets : Ga Galets et blocs : Gab Blocs : B Calcaires : C Granite : Gte Substratum : Sub Remblais : R Enrobés : E Refus : Rfs Autre : ____
0,3		Pavé de rue							
0,5		Sable + graviers							
1									
1,8									
2									
3		Argile + sable + graviers							
4									
		REFUS							



# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
03/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF6

Echantillon :	4
Service :	BE
Prélevé par :	NJ

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	14h30
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.599'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.415'	

Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input checked="" type="checkbox"/> exact	<input type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Description lithologique	Echantillons		Mesure gaz (ppmV)	Observations organolept	Piézomètre		Lithologie
			Eau	Sol			Profondeur (m)	Equipement	
0		enrobé							<b>Lithologie</b> Terre végétale : TV Argile : A Argile limoneuse : A Argile sableuse: As Limons argileux : La Limons sableux : Ls Limons : L Marnes : M Marnes calcaires : Mc Sables argileux : Sa Sables limoneux : Sl Sablefins : Sf Sables : S Sables grossiers : Sgros Sables et graviers : Sg Sables graviers galets : Sgg Graviers : G Graviers et Galets : Gg Galets : Ga Galets et blocs : Gab Blocs : B Calcaires : C Granite : Gte Substratum : Sub Remblais : R Enrobés : E Refus : Rfs Autre : ____
0,5		remblais: sable + graviers+ niveau dur			O: Ø C: Ø	Remblais	Tubage plein		
1					O: Ø C: Ø			Bouchon d'argile	
1,8		limon gris-bleu, humide vers 3 m			O: Ø C: Ø	Tubage plein			
2					O: Ø C: Ø		Massif filtrant		
3	▽	FIN SONDAGE				Tubage crépiné			
						bouchon fond			



# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
03/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF7

Echantillon :	4
Service :	BE
Prélevé par:	NJ

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	13h30
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.600'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.548'	

Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input checked="" type="checkbox"/> exact	<input type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Description lithologique	Echantillons		Mesure gaz (ppmV)	Observations organolept	Piézomètre		Lithologie
			Eau	Sol			Profondeur (m)	Equipement	
0		enrobé							<b>Lithologie</b> Terre végétale : TV Argile : A Argile limoneuse : A Argile sableuse: As Limons argileux : La Limons sableux : Ls Limons : L Marnes : M Marnes calcaires : Mc Sables argileux : Sa Sables limoneux : Sl Sablefins : Sf Sables : S Sables grossiers : Sgros Sables et graviers : Sg Sables graviers galets : Sgg Graviers : G Graviers et Galets : Gg Galets : Ga Galets et blocs : Gab Blocs : B Calcaires : C Granite : Gte Substratum : Sub Remblais : R Enrobés : E Refus : Rfs Autre : ____
0,5		Argile limoneuse grise-ocre			O: Ø C: Ø	Remblais			
1		Sable ocre + limon + graviers			O: Ø C: Ø	Bouchon d'argile	Tubage plein		
2		limon gris-bleu + morceaux de craie, humide vers 3 m			O: Ø C: Ø				
3		FIN SONDAGE				Massif filtrant	Tubage crépiné		
								bouchon fond	



# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
03/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF8

Echantillon :	4
Service :	BE
Prélevé par :	NJ

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	13h30
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.566'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.700'	

Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input checked="" type="checkbox"/> exact	<input type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  Evacués

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Description lithologique	Echantillons		Mesure gaz (ppmV)	Observations organolept	Piézomètre		Lithologie
			Eau	Sol			Profondeur (m)	Equipement	
0		enrobé							<b>Lithologie</b> Terre végétale : TV Argile : A Argile limoneuse : A Argile sableuse: As Limons argileux : La Limons sableux : Ls Limons : L Marnes : M Marnes calcaires : Mc Sables argileux : Sa Sables limoneux : Sl Sablefins : Sf Sables : S Sables grossiers : Sgros Sables et graviers : Sg Sables graviers galets : Sgg Graviers : G Graviers et Galets : Gg Galets : Ga Galets et blocs : Gab Blocs : B Calcaires : C Granite : Gte Substratum : Sub Remblais : R Enrobés : E Refus : Rfs Autre : ____
0,5		Sable ocre			O: Ø C: Ø	Remblais	Tubage plein		
1		Sable ocre + limon gris			O: Ø C: Ø	Bouchon d'argile	Tubage plein		
2		limon argileux + morceaux de craie, humide vers 3 m			O: Ø C: Ø	Massif filtrant	Tubage crépiné		
3	▽	FIN SONDAGE				bouchon fond			



# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
03/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF9

Echantillon :	4
Service :	BE
Prélevé par :	AKR

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	11h00
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.517'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.844'	

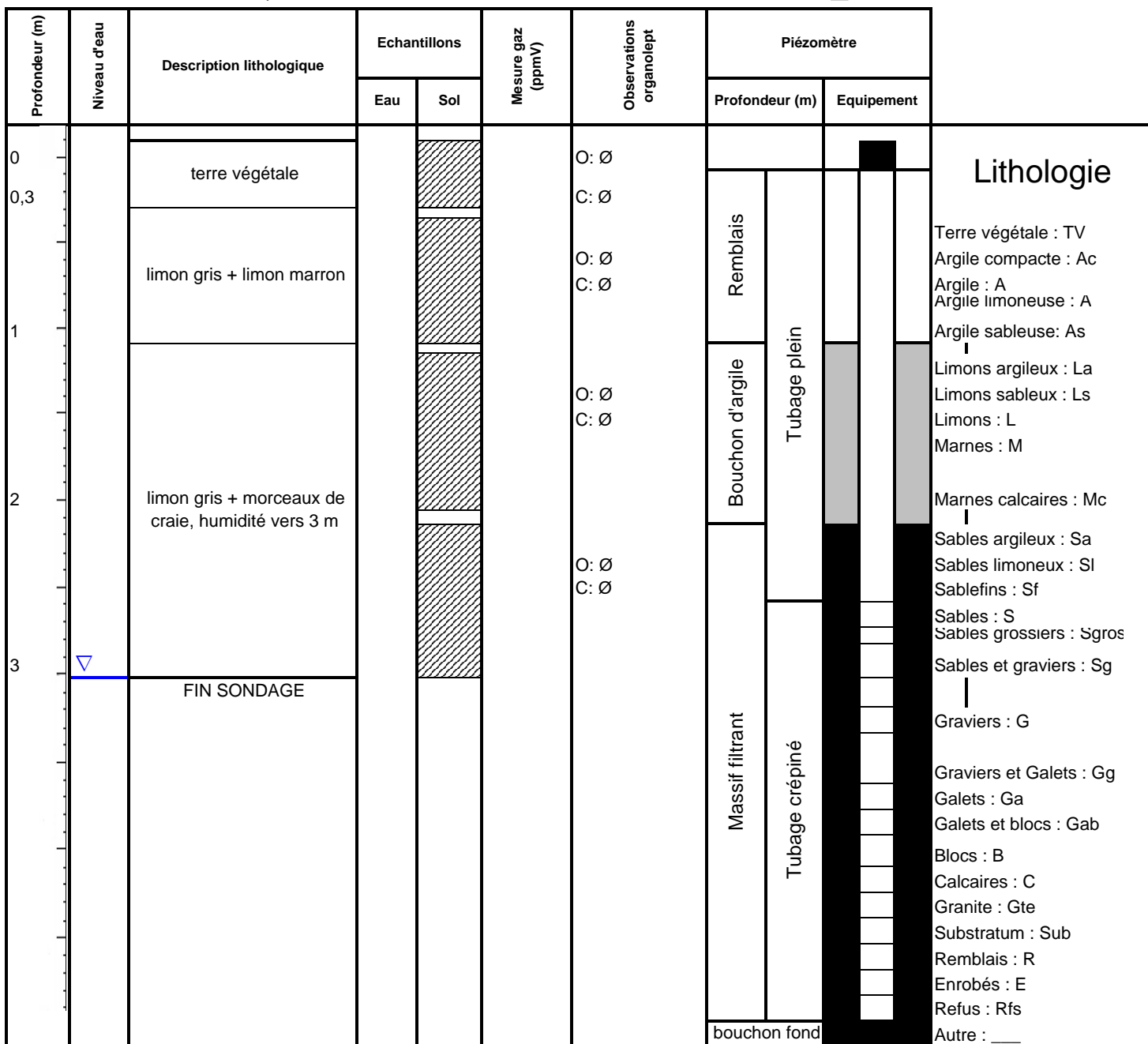
Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input type="checkbox"/> exact	<input checked="" type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués





# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
03/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF10

Echantillon :	4
Service :	BE
Prélevé par :	AKR

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	11h30
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.537'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.694'	

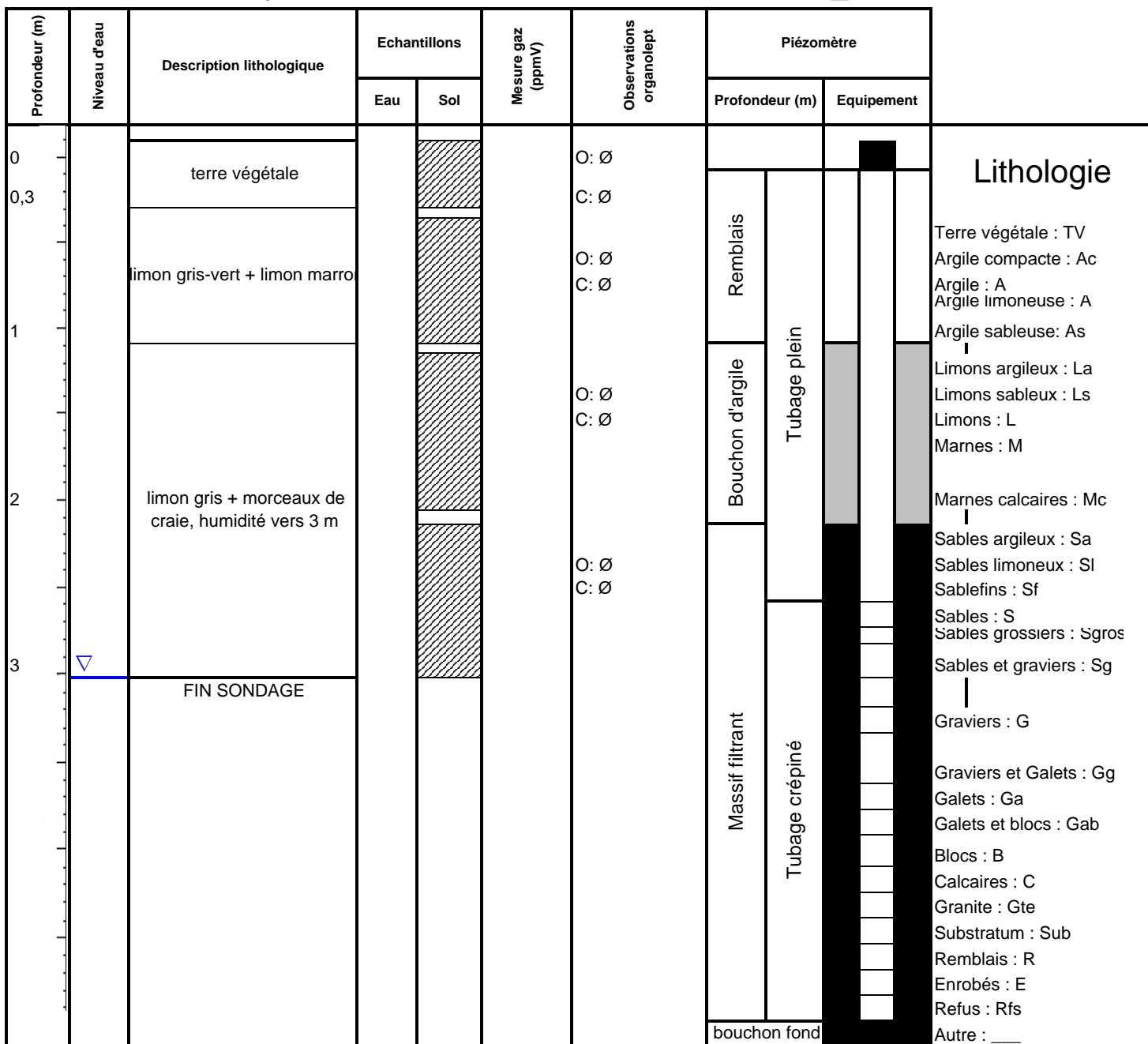
Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input type="checkbox"/> exact	<input checked="" type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués







# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
04/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF11

Echantillon :	3
Service :	BE
Prélevé par :	NJ

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	13h30
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.427'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.753'	

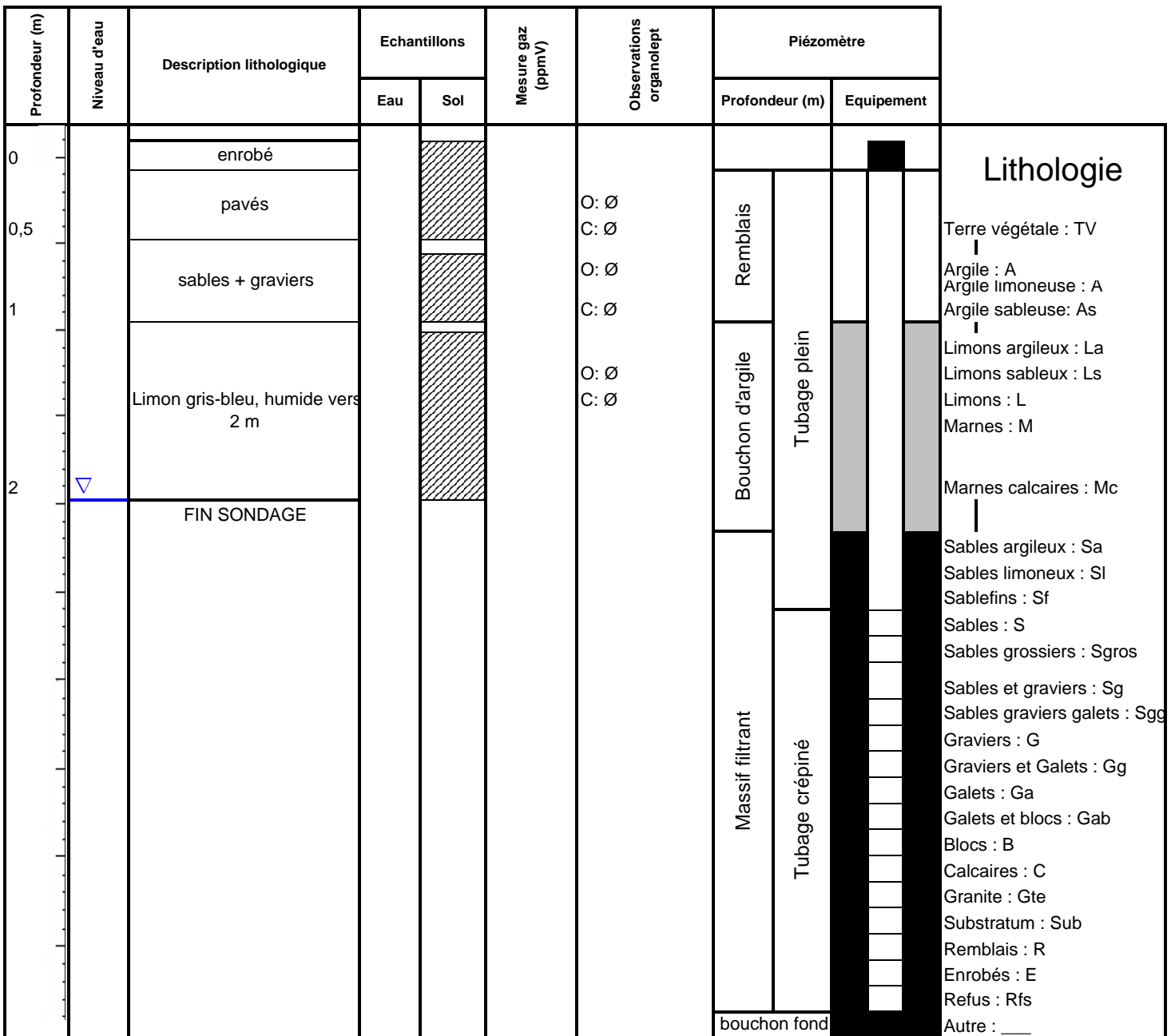
Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input type="checkbox"/> exact	<input checked="" type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués





# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
04/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF12

Echantillon :	4
Service :	BE
Prélevé par :	NJ

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	14h00
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.434'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°08.708'	

Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input type="checkbox"/> exact	<input checked="" type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués

Profondeur (m)	Niveau d'eau	Description lithologique	Echantillons		Mesure gaz (ppmV)	Observations organolept	Piézomètre		Lithologie
			Eau	Sol			Profondeur (m)	Equipement	
0		enrobé							<b>Lithologie</b> Terre végétale : TV Argile : A Argile limoneuse : A Argile sableuse: As Limons argileux : La Limons sableux : Ls Limons : L Marnes : M Marnes calcaires : Mc Sables argileux : Sa Sables limoneux : Sl Sablefins : Sf Sables : S Sables grossiers : Sgros Sables et graviers : Sg Sables graviers galets : Sgg Graviers : G Graviers et Galets : Gg Galets : Ga Galets et blocs : Gab Blocs : B Calcaires : C Granite : Gte Substratum : Sub Remblais : R Enrobés : E Refus : Rfs Autre : ____
0,5		sables + graviers + brique			O: + (ind) C: Ø	Remblais	Tubage plein		
1		sables + graviers + brique + limons noirs			O: Ø C: Ø	Bouchon d'argile	Tubage plein		
2		Limons argileux, humidité vers 3 m			O: Ø C: Ø	Massif filtrant	Tubage crépiné		
3	▽	FIN SONDAGE				bouchon fond			



# FICHE SONDAGE

N° batpro:  
N7120550  
Nom du chef de projet:  
AKR  
Date:  
02/07/2012

Nom du dossier :  
GPMH - Quai JOANNES

Identification du sondage :

SF13

Echantillon :	6
Service :	BE
Prélevé par :	NJ

Mode de forage	tarière
Cote NGF	-

Début de foration	10h46
Fin de foration	

coordonnées X	N49°28.588'	longitude/latitude
coordonnées Y	E0°07.811'	

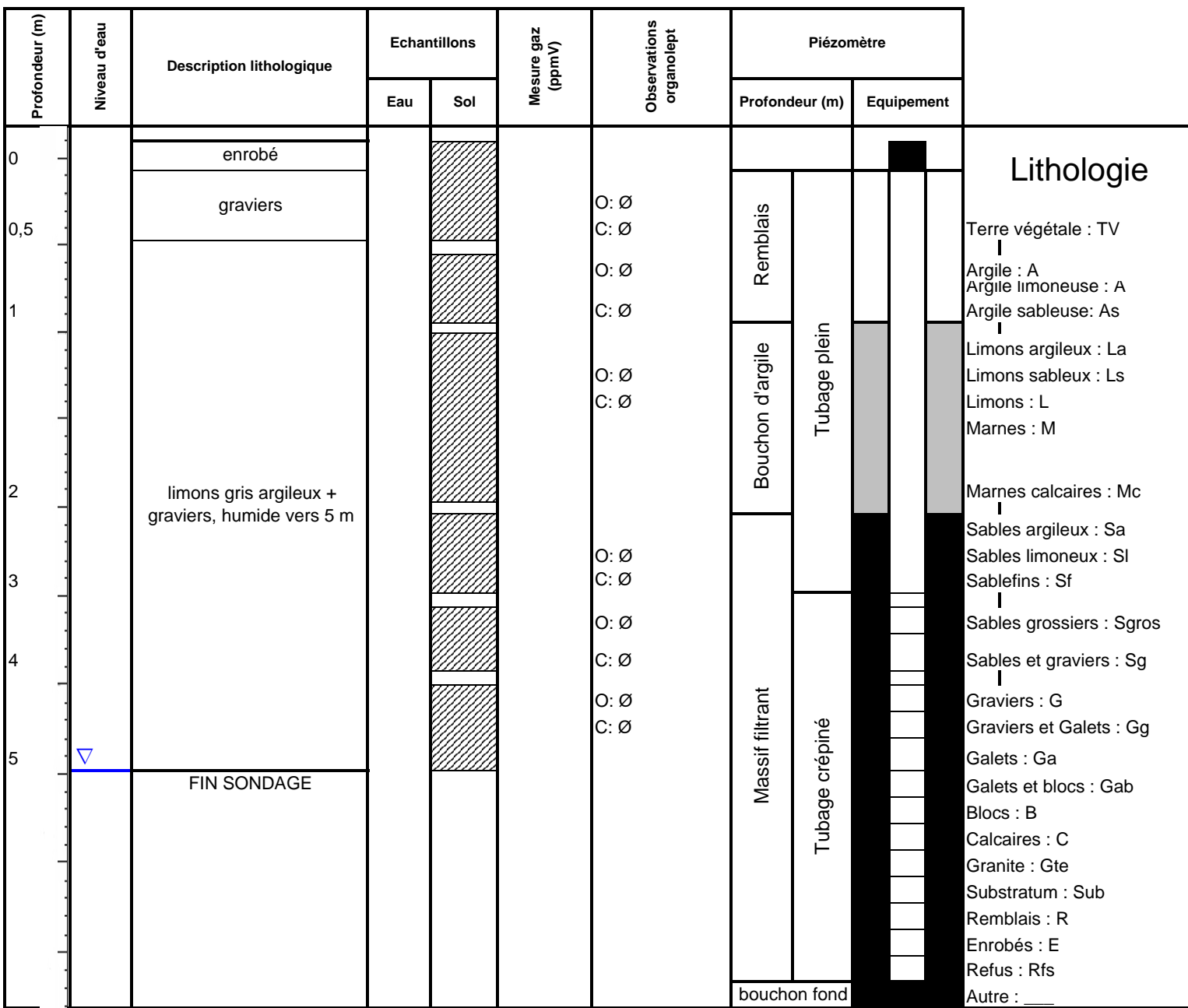
Outil	tarière diam 140
Tête d'ouvrage	-

Tubage plein	-
Tubage crépiné	-

Emplacement sur plan d'implantation :	
<input type="checkbox"/> exact	<input checked="" type="checkbox"/> corrigé

Mesure gaz :  PID  
 Ampoule charbon

Gestion des cuttings :  Laissés sur place  
 Evacués



DOSSIER :

**GPMH Quai JOANNES**

Code Batpro :

N7120550

**IDENTIFICATION**

DATE : 19/07/2012 HEURE : 8h30 T° AIR : 16 °C

OPERATEUR : AS

REFERENCE DE L'OUVRAGE : **SPZ 4654**

Emplacement sur plan d'implantation : exacte

**DONNEES TECHNIQUES**

QUEL POINT DE REPERE UTILISEZ-VOUS ?



Sol / rehausse

**OU**



Sommet de capot

Quel est la hauteur capot par rapport au sol ou la rehausse ? --- mètres

Profondeur de l'ouvrage : 12,14 mètres Diamètre Int / Ext de l'ouvrage : 45/50 mm  
 Niveau d'eau **avant** purge : 4,1 mètres Hauteur de la colonne d'eau : 8,04 mètres  
 Niveau d'eau **après** purge : 4,65 mètres Volume d'eau dans l'ouvrage : 12,78 litres  
 Niveau de produit : / mètres Hauteur de produit : / mètres

**PURGE : PARAMETRES DE POMPAGE**

Type de pompe : pompe péristaltique Profondeur de mise en place de la pompe : env 8 mètres  
 Temps de pompage / Volume pompé : 36 litres Réalimentation : Bonne

**PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES**

pH	Température (°C)	O2 Dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	Redox (mv)	Débit (l/mn)	Temps (s)
8,77	14,6		5310	-168		
8,68	14,3		4980	-172		
8,65	14,5		4660	-171		

**PRELEVEMENTS**

Type d'échantillonneur : Préleveur unique  
 Flaconnage : 4 ALU 237 + 2 ALU 207 + 2 ALU 236  
 Conditionnement : Glacière  
 Analyses : C10-C40 + BTEX + COHV + HAP + métaux + trichloroenzène + PCB Envoyé le : 19/07/2012

**DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON**

Couleur : Claire Turbidité :  MES :   
 Odeurs ambiantes : RAS Irisations :  Gouttelettes :   
 Autres remarques : RAS

**VERIFICATION**

Vérifié par : AKR

Date : 01/08/2012

DOSSIER :

**GPMH Quai JOANNES**

Code Batpro :

N7120550

**IDENTIFICATION**

DATE : 19/07/2012 HEURE : 10h00 T° AIR : 20 °C

OPERATEUR : AS

REFERENCE DE L'OUVRAGE : SPZ 4656

Emplacement sur plan d'implantation : exacte

**DONNEES TECHNIQUES**

QUEL POINT DE REPERE UTILISEZ-VOUS ?



Sol / rehausse

OU



Sommet de capot

Quel est la hauteur capot par rapport au sol ou la rehausse ? --- mètres

Profondeur de l'ouvrage : 12,31 mètres Diamètre Int / Ext de l'ouvrage : 45/50 mm  
 Niveau d'eau avant purge : 2,76 mètres Hauteur de la colonne d'eau : 9,55 mètres  
 Niveau d'eau après purge : 6,6 mètres Volume d'eau dans l'ouvrage : 15,18 litres  
 Niveau de produit : / mètres Hauteur de produit : / mètres

**PURGE : PARAMETRES DE POMPAGE**

Type de pompe : pompe péristaltique Profondeur de mise en place de la pompe : env 8 mètres  
 Temps de pompage / Volume pompé : 42 litres Réalimentation : Bonne

**PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES**

pH	Température (°C)	O2 Dissous (mg/l)	Conductivité (µS/cm)	Redox (mv)	Débit (l/mn)	Temps (s)
8,36	14,2		2606	-47		
8,57	14,5		3030	-75		
8,63	14,6		3090	-66		

**PRELEVEMENTS**

Type d'échantillonneur : Préleveur unique  
 Flaconnage : 4 ALU 237 + 2 ALU 207 + 2 ALU 236  
 Conditionnement : Glacière  
 Analyses : C10-C40 + BTEX + COHV + HAP + métaux + trichloroenzène + PCB Envoyé le : 19/07/2012

**DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON**

Couleur : Claire Turbidité :  MES :   
 Odeurs ambiantes : RAS Irisations :  Gouttelettes :   
 Autres remarques : RAS

**VERIFICATION**

Vérifié par : AKR

Date : 01/08/2012



# Annexe 5

Bordereaux d'analyses

## Rapport d'analyse

SITA REMEDIATION  
Anne Kevine ROBIN  
Parc du Manoir  
F-76170 LILLEBONNE

Page 1 sur 30

Votre nom de Projet : GPMH Quai joannes ANA12083206  
Votre référence de Projet : N7120550  
Référence du rapport ALcontrol : 11809067, version: 1

Rotterdam, 23-08-2012

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Veuillez trouver ci-joint les résultats des analyses effectuées en laboratoire pour votre projet N7120550. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. Les résultats rapportés se réfèrent uniquement aux échantillons analysés.

Ce rapport est constitué de 30 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses, à l'exception des analyses sous-traitées, sont réalisées par ALcontrol Laboratoires, Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.



R. van Duin  
Laboratory Manager



Projet GPMH Quai joannes ANA12083206  
Référence du projet N7120550  
Réf. du rapport 11809067 - 1

Date de commande 13-08-2012  
Date de début 14-08-2012  
Rapport du 23-08-2012

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
matière sèche	% massique	Q	73.2	5.3	85.2	80.0	85.3
COT	mg/kg MS	Q	18000 <sup>1)</sup>				
pH (KCl)	-	Q	7.9				
température pour mes. pH	°C		22.3				
<i>METAUX</i>							
arsenic	mg/kg MS	Q	5.5	96	6.1	6.0	5.9
cadmium	mg/kg MS	Q	<0.4	1.3	<0.4	<0.4	<0.4
chrome	mg/kg MS	Q	18	300	16	21	<15
cuivre	mg/kg MS	Q	9.2	180	17	31	10.0
mercure	mg/kg MS	Q	0.12	0.56	0.07	0.07	0.12
plomb	mg/kg MS	Q	<13	210	38	41	64
nickel	mg/kg MS	Q	12	250	8.8	12	9.9
zinc	mg/kg MS	Q	41	860	42	72	38
<i>COMPOSES AROMATIQUES VOLATILS</i>							
benzène	mg/kg MS	Q	<0.05				
toluène	mg/kg MS	Q	<0.05				
éthylbenzène	mg/kg MS	Q	<0.05				
orthoxyène	mg/kg MS	Q	<0.05				
para- et métaoxyène	mg/kg MS	Q	<0.05				
xyènes	mg/kg MS	Q	<0.05				
BTEX total	mg/kg MS	Q	<0.2				
<i>HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES</i>							
naphtalène	mg/kg MS	Q	<0.02		0.04	<0.02	0.03
acénaphtylène	mg/kg MS	Q	<0.02		0.03	<0.02	0.04
acénaphtène	mg/kg MS	Q	<0.02		<0.02	<0.02	0.03
fluorène	mg/kg MS	Q	<0.02		<0.02	<0.02	0.03
phénanthrène	mg/kg MS	Q	0.03		0.21	0.14	0.48
anthracène	mg/kg MS	Q	<0.02		0.06	0.03	0.10
fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.06		0.36	0.26	0.81
pyrène	mg/kg MS	Q	0.05		0.31	0.21	0.67
benzo(a)anthracène	mg/kg MS	Q	0.04		0.17	0.12	0.39
chrysène	mg/kg MS	Q	0.03		0.15	0.11	0.32
benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	Q	0.04		0.24	0.18	0.54
benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	Q	<0.02		0.10	0.08	0.24

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	SF101 1-2 m
002	Sol	SF102 0.3-1 m
003	Sol	SF301 3-3.3 m
004	Sol	SF302 3-4 m
005	Sol	SF303 2-3 m

Paraphe : 



Projet GPMH Quai joannes ANA12083206  
Référence du projet N7120550  
Réf. du rapport 11809067 - 1

Date de commande 13-08-2012  
Date de début 14-08-2012  
Rapport du 23-08-2012

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
benzo(a)pyrène	mg/kg MS	Q	0.03		0.20	0.14	0.48
dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	Q	<0.02		0.03	0.03	0.07
benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	Q	<0.02		0.16	0.11	0.35
indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	Q	0.02		0.15	0.12	0.31
HAP totaux (10) VROM	mg/kg MS	Q	0.26		1.6	1.1	3.5
HAP totaux (16) - EPA	mg/kg MS	Q	0.36		2.2	1.6	4.9
<i>POLYCHLOROBIPHENYLS (PCB)</i>							
PCB 28	µg/kg MS	Q	<2				
PCB 52	µg/kg MS	Q	<2				
PCB 101	µg/kg MS	Q	<2				
PCB 118	µg/kg MS	Q	<2				
PCB 138	µg/kg MS	Q	<2				
PCB 153	µg/kg MS	Q	<2				
PCB 180	µg/kg MS	Q	<2				
PCB totaux (7)	µg/kg MS	Q	<14				
<i>HYDROCARBURES TOTAUX</i>							
fraction C10-C12	mg/kg MS		<5		<5	<5	<5
fraction C12-C16	mg/kg MS		<5		<5	<5	<5
fraction C16 - C21	mg/kg MS		<5		<5	<5	<5
fraction C21 - C40	mg/kg MS		<5		<5	<5	<5
hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	Q	<20		<20	<20	<20
<i>LIXIVIATION</i>							
Lixiviation 24h - NF-EN-12457-2		Q	#				
date de lancement			17-08-2012				
L/S	ml/g	Q	10.00				
pH final ap. lix.	-	Q	8.4				
température pour mes. pH	°C		21				
conductivité ap. lix.	µS/cm	Q	267				
<i>ELUAT COT</i>							
COT	mg/kg MS	Q	<50				
<i>ELUAT METAUX</i>							
antimoine	mg/kg MS	Q	<0.039				
arsenic	mg/kg MS	Q	<0.1				
baryum	mg/kg MS	Q	<0.1				

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Code	Matrice	Réf. échantillon
001	Sol	SF101 1-2 m
002	Sol	SF102 0.3-1 m
003	Sol	SF301 3-3.3 m
004	Sol	SF302 3-4 m
005	Sol	SF303 2-3 m

Paraphe :