



EUROMÉDITERRANÉE

152 RUE DE RUFFI

13002 MARSEILLE

DIAGNOSTIC DE SITE « POTENTIELLEMENT » POLLUE

EVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES

PLAN DE GESTION

W:\Environnement\Dossiers en cours\EPAEM\16MES157Ab_EPAEM_EQRS PG ILOT 1A_13 MARSEILLE\RAPPORT\VPRO\16MES157Ab_EPAEM_PG_ILOT1A_V1.doc

N° DOSSIER	16	MES	157	A	b	ENV	AP	VT	PIECE	1/1	AGENCE	MARSEILLE	
28/10/16	VPROV	A. PIGHIERA					F. NESPOUX		51 + ann.	PREMIERE DIFFUSION PROVISOIRE			
DATE	CHRONO	REDACTEUR	CHEF DE PROJET			SUPERVISEUR		nb. pages	MODIFICATIONS - OBSERVATIONS				

ENVIRONNEMENT - DECHETS - POLLUTION - EAU - SONDAGES - GEOLOGIE - GEOTECHNIQUE



E.R.G. Agence MARSEILLE : 59 avenue André Roussin – 13016 MARSEILLE – Tél. 04.95.06.90.66 – Fax 04.91.03.65.58
 ERG ENVIRONNEMENT – S.A.S AU CAPITAL DE 40 000 € - SIRET 440 245 314 00032 – CODE NAF 7112B – RC MARSEILLE 2002 B 00788



TOULON (Siège social)
04 94 11 04 90
la-seyne@erg-sa.fr

CAVAILLON
04 32 50 10 87

LILLE
03 21 64 46 92
lille@erg-sa.fr

LYON
04 72 80 87 71
lyon@erg-sa.fr

MARSEILLE
04 95 06 90 66
environnement@erg-sa.fr

NANCY
03 83 26 09 02
nancy@erg-sa.fr

NICE
04 93 72 90 00
nice@erg-sa.fr



SYNTHESE NON TECHNIQUE

Par ordre et pour le compte de l'EPAEM, ERG ENVIRONNEMENT a été missionné afin de réaliser un plan de gestion (PG) comprenant une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) sur un terrain situé au n°152 Rue de Ruffi, 13002 MARSEILLE.

Le site, actuellement inoccupé, et d'une surface d'environ 4 482 m², a précédemment accueilli des immeuble d'activités, d'habitations et de commerces aujourd'hui démolis.

La mission s'inscrit dans le cadre de la vente du terrain à un promoteur pour la future construction de logements et d'un groupe scolaire. Elle concerne la partie sud de l'ilot 1A et fait suite au diagnostic initial réalisé par ERG Environnement en juin 2016 (rapport n°16MES157Aa).

L'étude historique réalisée avait mis en évidence la présence de plusieurs anciens sites industriels ayant pu influencer la qualité des milieux au droit du site à l'étude : des fonderies (cuivre, bronze et matériaux ferreux), une usine de brulage de boites en fer, un constructeur de matériel ferroviaire, une serrurerie / fabrication de matériel électrique, un garage mécanique avec ancienne cuve à huile, une société de transport, une fabrique d'emballages maritimes en bois, un distributeur de voitures sans permis, un garage / remorquage supposé

Les composés traceurs retenus sont les hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX), les solvants chlorés, les PCB et les métaux lourds.

La réalisation d'une EQRS et d'un Plan de Gestion s'avère nécessaire en raison de la présence de composés potentiellement volatils mise en évidence au droit de l'emprise du futur groupe scolaire, en partie sud de l'ilot 1A.

En effet, les sondages réalisés en juin 2016 ont mis en évidence la présence de composés potentiellement volatils dans les sols peu profonds en S12, S13 et S14 (présence d'anomalies en hydrocarbures, COHV et mercure), au droit de la future école élémentaire en partie sud de l'ilot 1A.

Des mesures complémentaires de gaz des sols ont ainsi été réalisées en octobre 2016 dans les zones des sondages S12, S13 et S14. Les 3 prélèvements ont été réalisés par mise en place d'une canne temporaire à environ 1 m/TN, à l'emplacement du futur bâtiment de l'école.

Les prélèvements ont mis en évidence la présence d'hydrocarbures et de COHV dans les gaz des sols. En revanche, le mercure n'a pas été retrouvé, ce qui montre que le mercure quantifié dans les sols ne correspond pas à la forme volatile du mercure.

La présence de composés volatils dans les gaz des sols est potentiellement dangereuse pour la santé des futurs occupants du site qui pourraient être exposés par inhalation.

Au regard des anomalies mises en évidence dans les gaz du sol, une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires a été réalisée afin de vérifier la compatibilité de la zone d'étude avec son usage projeté (école élémentaire). Les calculs de risques réalisés ont permis de conclure à des niveaux de risques acceptables.

Dans la limite des investigations réalisées et sur la base du schéma conceptuel établi, il apparaît que l'état des milieux est compatible avec la création d'une école élémentaire avec présence d'un bâtiment de plain-pied donnant sur une cour extérieure entièrement revêtue.

Les sols pourront être maintenus en place en raison de l'absence de risque sanitaire et environnemental mis en évidence (absence d'usage sensible de la nappe dans le secteur, mise en place d'une isolation de surface permettant d'éviter l'infiltration des eaux météoriques). Le projet d'aménagement prévoit en effet l'occupation de la totalité de la parcelle par une isolation de surface (bâtiment ou revêtement extérieur).

Lors de la mise en place des canalisations d'eau potable sur le terrain, il est préconisé d'implanter les canalisations dans une zone ayant si nécessaire fait l'objet d'une substitution des sols en place et de mettre en place un lit de sablons sains autour du réseau. Par ailleurs, on privilégiera des canalisations en acier.

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

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

1. INTRODUCTION	6
1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA MISSION	6
1.2 CADRE NORMATIF DE LA MISSION	7
1.3 CADRE ADMINISTRATIF ET TECHNIQUE DE LA MISSION	8
2. CARACTERISTIQUES DU SITE - SYNTHESE DES ETUDES PRECEDENTES	10
2.1 CARACTERISTIQUES DU SITE	10
2.2 SYNTHESE DU DIAGNOSTIC REALISE PAR ERG ENVIRONNEMENT EN JUIN 2016	10
3. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION INITIAL	13
4. INVESTIGATIONS DES GAZ DU SOL REALISEES PAR ERG ENVIRONNEMENT EN SEPTEMBRE 2016	15
4.1 INVESTIGATIONS DES GAZ DU SOL	15
4.1.1 NATURE DES INVESTIGATIONS	15
4.2 CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS D'ANALYSES D'AIR AMBIANT	18
4.3 RESULTATS ET INTERPRETATIONS	20
5. PLAN DE GESTION	24
5.1 ANALYSES DES ENJEUX	24
L'ETUDE HISTORIQUE REALISEE EN JUIN 2016 A RECENSE LA PRESENCE DE PLUSIEURS ANCIENS SITES INDUSTRIELS AU DROIT DU SECTEUR D'ETUDE.	24
5.1.1 IMPACT EN METAUX LOURDS AU DROIT DU SITE	24
5.1.2 IMPACT EN COMPOSES ORGANIQUES AU DROIT DU SITE	24
5.1.3 SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION CONSTATE	25
5.2 ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES SANITAIRES	26
5.2.1 METHODOLOGIE GENERALE DE L'EQRS	27
5.2.2 IDENTIFICATION DU DANGER	28
5.2.3 CHOIX DES VTR	30
5.2.4 ÉVALUATION DES EXPOSITIONS	32
5.2.5 MODELISATION DES TRANSFERTS DES GAZ DU SOL VERS L'AIR AMBIANT INTERIEUR	33
5.2.6 QUANTIFICATION DES RISQUES SANITAIRES	36
5.2.7 DISCUSSION DES INCERTITUDES	39
5.3 RECOMMANDATIONS LIEES A LA GESTION DU SITE	45
6. CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS	47
6.1 SYNTHESE ET CONCLUSION	47

6.1.1	INVESTIGATIONS REALISEES SUR LE SITE	47
6.1.2	PLAN DE GESTION / EQRS	48
6.2	PRECONISATIONS	49
6.2.1	PRECONISATION EN TERME D'AMENAGEMENT	49
6.2.2	CONSERVATION EN MEMOIRE DES ZONES POLLUEES ET RESTRICTIONS D'USAGE	49
6.2.3	PROTECTION DES TRAVAILLEURS	49
6.3	LIMITES DE L'ETUDE	50
ANNEXES		51

CONDITIONS GENERALES	66
-----------------------------	-----------

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des abréviations	5
Tableau 2 - Schéma conceptuel d'exposition	13
Tableau 3 : Stratégie d'implantation des points de prélèvement.....	15
Tableau 4 : Principaux paramètres nécessaires au calcul des teneurs en substances dans l'air	18
Tableau 5 - Teneurs mesurées dans les gaz du sol	21
Tableau 6 : Schéma conceptuel d'exposition constatée	26
Tableau 7 : Teneurs retenues pour l'EQRS pour le milieu « air »	29
Tableau 8 : VTR retenues pour l'exposition par inhalation.....	32
Tableau 9 : Budget espace-temps retenu pour l'étude	33
Tableau 10 : Paramètres du modèle liés aux propriétés physico-chimiques du sol.....	35
Tableau 11 : Paramètres du modèle liés à l'aménagement	35
Tableau 12 : Paramètres fournis par défaut dans les modèles	36
Tableau 13 : Niveaux de risques calculés pour l'exposition par inhalation	38
Tableau 14 : Lois de distribution utilisées pour l'étude d'incertitude.....	42
Tableau 15 : Valeurs retenues pour l'étude d'incertitude	42
Tableau 16 : Niveaux de risques calculés avec les valeurs les plus pénalisantes.....	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de principe du prélèvement de gaz des sols	16
Figure 2 : Démarche générale de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	28

PRINCIPALES ABREVIATIONS EMPLOYEES

<i>Abrév.</i>	<i>Définition</i>
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BTEX	Benzène, Toluène, Éthylène, Xylène
DJE	Dose Journalière d'Exposition
DJT	Dose Journalière Tolérable
EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de Risque Unitaire
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT	Hydrocarbures Totaux
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRA	Institut national de recherche agronomique
IR	Indice de Risque
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment : antenne californienne de l'US EPA
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
OQAI	Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
PCB	Polychlorobiphényles
QD	Quotient de Danger
TN	Terrain Naturel
US EPA	United States Environmental Protection Agency
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

Tableau 1 : Liste des abréviations

1. INTRODUCTION

1.1 Contexte et objectif de la mission

Par ordre et pour le compte de l'EPAEM, ERG Environnement a été missionné afin de réaliser une évaluation quantitative des risques sanitaires et un plan de gestion relatif à un projet de construction d'une école élémentaire au droit d'un site localisé au n°152 Rue de Ruffi, 13002 MARSEILLE.

Le plan de localisation du site est présenté en **annexe A1.1**.

Le site est constitué par les parcelles n°2 à 5, 8, 9, 12 à 18, 76 et 82 de la section 807D, pour une surface totale d'environ 4 482 m². Le plan cadastral est présenté en **annexe A1.2**.

La mission s'inscrit après la démolition des anciens bâtiments d'activité et d'habitation et commerces, dans le cadre de la vente du terrain à un promoteur pour la future construction de logements et d'un groupe scolaire.

La présente mission fait suite au diagnostic initial réalisé par ERG Environnement en juin 2016 (rapport n°16MES157Aa). La réalisation d'une EQRS et d'un Plan de Gestion s'avère nécessaire en raison de la présence de composés potentiellement volatils mise en évidence au droit de l'emprise du futur groupe scolaire, en partie sud de l'ilot 1A.

L'objectif de la présente mission est de vérifier la compatibilité de l'état du sous-sol du site avec son usage et son aménagement projetés (future école élémentaire – usage sensible).

« La compatibilité » dans le cadre de cette étude signifie :

- l'absence de source de pollution dans les sols et/ou les eaux souterraines,
- OU le cas échéant, l'absence, en l'état, d'exposition aux contaminants pour les occupants ou futurs occupants des sites et utilisateurs des éventuelles eaux souterraines,
- OU le cas échéant, à l'exposition de cibles à des risques sanitaires acceptables, par rapport à la population générale, conformément à la méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués.

Afin de répondre à cet objectif, des investigations relatives au milieu gaz des sols ont été réalisées dans le cadre de la présente mission, au droit de la partie sud de l'ilot 1A.

Notre mission fait suite à notre proposition technique et financière référencée DE16562-AP en date du 09/08/2016 et entre dans le marché à bons de commandes établi entre l'EPAEM et ERG ENVIRONNEMENT dans le cadre du projet EUROMED 2 pour la période 2014-2018. Elle est basée sur une étude des documents disponibles, mis à notre disposition (de manière écrite ou orale) et facilement accessibles au moment de la rédaction du présent rapport.

1.2 Cadre normatif de la Mission

La présente mission aura pour base normative le document **NF X-31-620** : Qualité du sol – prestations de services relatives aux sites et sols pollués :

- Partie 1 : Exigences générales.
- Partie 2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle.
- Partie 3 : Exigences dans le domaine des prestations d'ingénierie des travaux de réhabilitation.

La codification, pour tout ou partie, de la présente mission au sens de la norme NF X 31-620 est, pour les offres de prestations globales et élémentaires :

- **Offre globale :**

CODE	OBJECTIFS GLOBAUX
PG	Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site. Définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué. Supprimer ou, à défaut, maîtriser les sources de pollution et leurs impacts.

- **Offre élémentaire :**

CODE	OFFRES DE PRESTATIONS ELEMENTAIRES	OBJECTIFS
A230	Prélèvements, mesures, observations et / ou analyses sur les gaz du sol	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations PG en fonction des milieux concernés. Le contexte qui a conduit à mettre en oeuvre les prélèvements et l'interprétation des résultats relèvent des prestations PG.
Evaluation des impacts sur les enjeux à protéger		
A320	Analyses des enjeux sanitaires	Analyse des enjeux sanitaires Evaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion.
A330	Identifications des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts / avantages	Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages. Proposer les options de gestion présentant le bilan coûts/avantages le plus adapté.

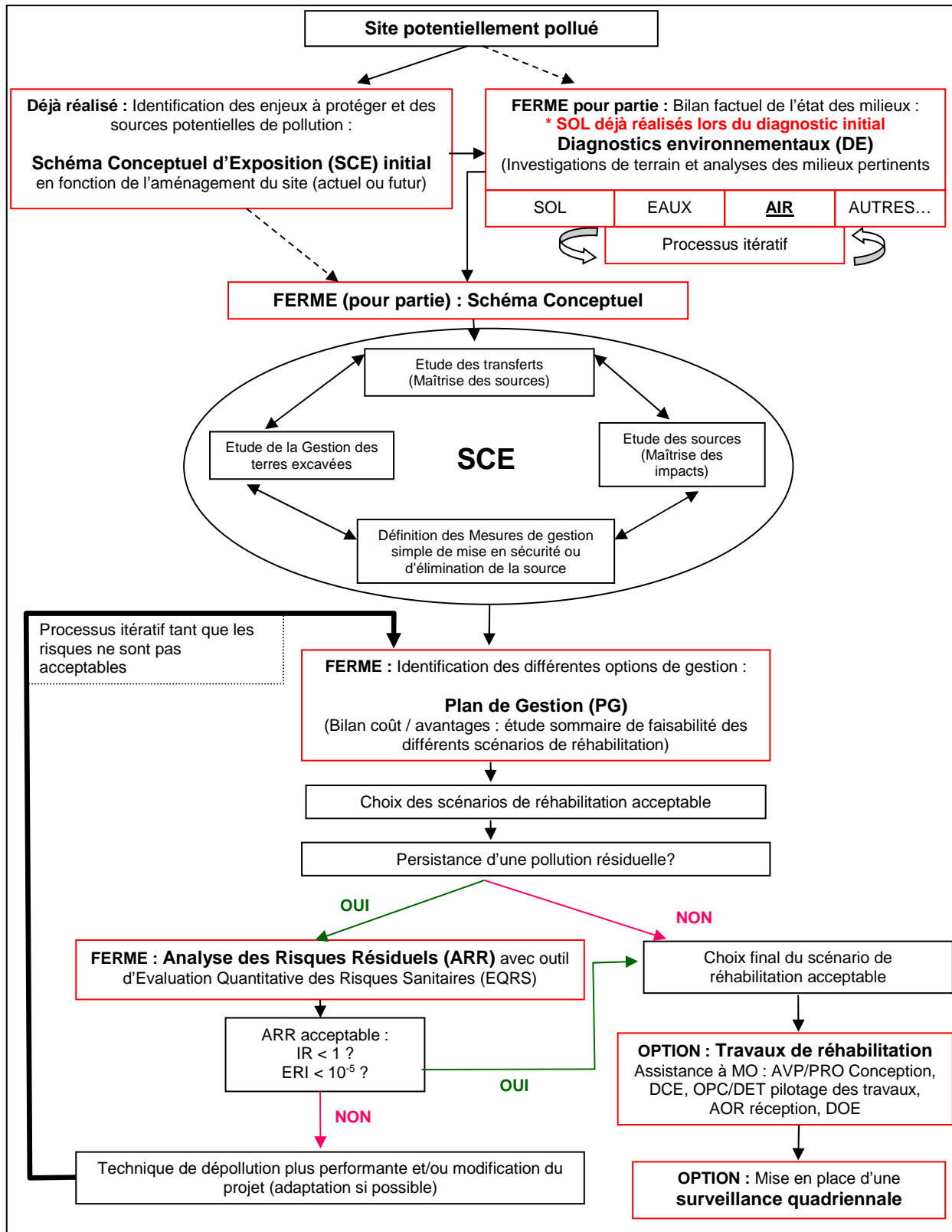
1.3 Cadre administratif et technique de la mission

En France, aucune loi relative à la gestion des sites et sols pollués n'existe en tant que tel, de ce fait, la réglementation s'articule autour :

- du Plan Local d'Urbanisme (ou Plan d'Occupation des Sols) qui peut fixer des restrictions d'usage générales des terrains (interdiction de construire des logements...),
- du Code de l'Environnement qui fixe des principes généraux de prévention et de réparation pour le propriétaire du site,
- de la DREAL dans le cas d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement,
- de la législation sur les déchets en cas de gestion de sols pollués excavés,
- de la loi sur l'eau et des polices (ARS, DDT...) s'y rattachant en cas d'impact avéré sur les milieux « Eaux » en relation avec le site (eau souterraine en particulier),
- de la circulaire du Ministère en charge de l'Environnement en date du 8 février 2007 qui définit des outils méthodologiques pour la gestion des sites et sols pollués.

Ainsi, la méthodologie préconisée par la circulaire en date du 8 février 2007 est un processus progressif et itératif qui se décomposera en une tranche ferme et des tranches optionnelles dont le chiffrage et le contenu évolueront en fonction du résultat de la caractérisation documentaire des sources potentielles de pollution.

Cette articulation est reprise au niveau du logigramme ci-après :



2. CARACTERISTIQUES DU SITE - SYNTHESE DES ETUDES PRECEDENTES

Les informations des paragraphes suivants sont issues du rapport de diagnostic environnemental initial établi par ERG Environnement (rapport n°16MES157Aa) de 2016.

2.1 Caractéristiques du site

Le site à l'étude était anciennement occupé par les bâtiments suivants :

- en partie nord-est, par des bâtiments à usage d'habitation et de commerces ;
- en partie nord-ouest, par un ancien garage automobile « Garage Auto 2000 » ;
- en partie sud, par d'anciennes activités avec hangars et entrepôts.
- la partie centrale n'était pas construite (anciens bâtiments démolis).

Le site ne possède aucune isolation de surface (recouvrement superficiel actuel par du concassé issu de la démolition puis aplani), à l'exception d'une dalle béton en partie nord-ouest, à l'emplacement de l'ancien garage automobile.

Le site est actuellement clôturé par des barrières et des bacaciers et par un portail provisoire cadenassé.

Le site est destiné à la vente à un promoteur qui prévoit la construction de logements et d'un groupe scolaire. Selon le plan d'aménagement transmis :

- l'îlot 1A « nord », d'une surface de 1 741 m², est destiné à la construction de 2 bâtiments de logements avec 1 à 2 niveaux de parking souterrain.
- l'îlot 1A « sud », d'une surface de 2 621 m², est destiné à la construction d'un groupe scolaire :
 - o un bâtiment en R+2 (école élémentaire) côté Avenue Roger Salengro en partie nord-est, sans sous-sol ;
 - o un bâtiment en R + 1 (école maternelle) au sud, le long de la Rue Urbain V, sans sous-sol.

2.2 Synthèse du diagnostic réalisé par ERG Environnement en juin 2016

L'étude historique a mis en évidence la présence de plusieurs anciens sites industriels ayant pu influencer la qualité des milieux au droit du site à l'étude :

- Des fonderies de cuivre, bronze et matériaux ferreux ;
- Une usine de brulage de boîtes en fer ;
- Un constructeur de matériel ferroviaire ;
- Une serrurerie / fabrication de matériel électrique ;
- Un garage mécanique avec ancienne cuve à huile ;
- Une société de transport ;
- Une fabrique d'emballages maritimes en bois ;
- Un distributeur de voitures sans permis ;
- Un garage / remorquage supposé.

Les composés traceurs retenus sont les hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX), les solvants chlorés, les PCB et les métaux lourds.

La qualité des sols au droit de la partie sud du site destinée à la construction d'une école élémentaire a été vérifiée au moyen de 18 sondages à la tarière poussés jusqu'à 3 à 6 m de profondeur, notés SD1 à SD18.

Le plan d'implantation des sondages réalisés en juin 2016 est présenté en **annexe A2.1**.

Aucun indice de pollution n'a été constaté durant le prélèvement des échantillons, à l'exception d'un niveau de remblais noirs observé au droit des sondages S2/S4 entre 2,7 et 3 m/TN ; S11/S12/S16/S17/S18 entre 1,5 et 3 m/TN environ ; S13/S14 entre 0,1 et 2,2 m/TN environ.

L'eau a été rencontrée à 5,5 m/TN lors des investigations.

Dans la limite des investigations réalisées, les analyses pratiquées ont permis de mettre en évidence (cf. tableaux de résultats en **annexe A2.2**) :

- Dans la partie nord du site destinée à la construction de logements avec parking souterrain (6300 m³ de déblais projetés) :
 - l'absence d'anomalie significative, à l'exception d'anomalie en métaux lourds dans les sols superficiels en S2.
 - L'absence d'anomalie ou d'indice organoleptique de pollution particulier mis en évidence dans la zone de l'ancienne cuve à huile du garage en partie nord-ouest (sondages S4 et S5).
 - Des sols majoritairement non acceptables en ISDI au droit des futurs parkings souterrains en raison de teneurs non conformes en fraction soluble et sulfates sur éluat. Ces sols pourront ainsi faire l'objet d'une réutilisation sur site ou être envoyés en ISDND ou ISDI aménagée selon les teneurs rencontrées. Seuls les matériaux caractérisés en S4 entre 1,5 et 3 m/TN et en S6 entre 0 et 1,5 m/TN sont acceptables en ISDI.

- Dans la partie sud du site destinée à la construction d'une école primaire de plain-pied :
 - Une anomalie ponctuelle en 16HAP au droit des remblais noirs en « S14 (0,8-2,2) » (54,52 mg/kg MS), supérieure au seuil de l'arrêté du 12/12/2014. La teneur en naphthalène (composé volatil) associée reste néanmoins faible (0,1 mg/kg MS).
 - Des anomalies en HCT en « S12 (1,5-3,0) » (1 500 mg/kg MS au droit de remblais bruns-noirs, et en « S14 (0,1-0,8) » (530 mg/kg MS), « S14 (0,8-2,2) » (515 mg/kg MS ; concomitante à l'anomalie en HAP) et « S14 (2,2-3,0) » (1 210 mg/kg MS) au droit de remblais bruns à noirs. Les fractions majoritaires sont les fractions C16 à C40 peu voire pas volatiles.
 - Des teneurs élevées en mercure, composé pouvant être volatil sous certaines formes, au droit du sondage S14 présentant des anomalies en HCT. Les teneurs retrouvées sont de 29,4 mg/kg MS entre 0,1 et 0,8 m/TN, 11,7 mg/kg MS entre 0,8 et 2,2 m/TN et de 2,44 mg/kg MS (proche des anomalies naturelles modérées de l'ASPITET) entre 2,2 et 3,0 m/TN. On constate que les teneurs diminuent avec la profondeur.
 - La quantification d'un COHV (PCE) en « S13 (0,1-1,5) » à une teneur de 0,07 mg/kg MS ;
 - Des anomalies en métaux lourds (Cadmium, Cuivre, Plomb et Zinc) quasi-systématiques sur l'ensemble des sondages, en particulier au droit des niveaux de remblais noirs.

A l'issu du diagnostic initial, les préconisations ont été les suivantes :

- En raison de la présence d'anomalies en composés pouvant être dangereux par contact direct ou inhalation de poussières dans les sols superficiels, les isolations de surface prévues par l'aménagement devront être mises en place et conservées en bon état. Les anomalies mises en évidence devront être mémorisées.
- En raison de la présence de composés volatils retrouvés dans les sols à l'emplacement du futur bâtiment de l'école, le risque d'exposition des futurs usagers par inhalation de composés volatils ne peut être écarté à ce stade. Il est ainsi préconisé la réalisation de prélèvements de gaz des sols au droit du futur bâtiment de l'école dans la zone des sondages S12, S13 et S14 (avec analyses du mercure, des HCT TPH, HAP et COHV) afin de statuer sur la compatibilité d'usage du site.
- Il a également été préconisé l'établissement d'un Plan de Gestion associé à l'EQRS.

Les cartographies des anomalies en composés sont présentées en **annexe A2.3**.

3. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION INITIAL

Le schéma conceptuel préliminaire consiste à croiser en un schéma cohérent Source(s) / Vecteur(s) / Récepteur(s) toutes les informations réunies relatives au passif environnemental (nature, comportement des polluants, position, etc.), aux aménagements et usages actuels et/ou futurs envisagés. Ce schéma préliminaire pose les hypothèses de travail sur lesquelles se fondent des investigations d'éventuelles phases ultérieures. Selon le principe de l'évaluation des risques, le risque est le résultat de l'existence de ces trois facteurs complémentaires. Dès lors qu'un de ces facteurs n'existe pas, le risque est nul.

Le schéma conceptuel d'exposition suivant a été établi à partir des données recueillies au cours du diagnostic initial réalisé par ERG Environnement en juin 2016 et en fonction de l'usage projeté de la partie sud du site (école élémentaire avec bâtiment de plain-pied).

Le risque d'exposition par inhalation de composés volatils ne peut être écarté à ce stade en raison particulièrement de teneurs élevées en mercure mises en évidence, concomitantes à des anomalies en HCT et HAP dont la majorité représente des fractions lourdes non volatiles. Une faible teneur en PCE, proche de la limite de quantification, est également observée.

Il est important de rappeler que ce schéma conceptuel d'exposition est valable uniquement pour l'aménagement du site communiqué par le Donneur d'Ordres et dans la limite des investigations réalisées. Ainsi, les conclusions qui pourront être formulées dans cette étude sont directement liées au schéma conceptuel présenté ci-dessous.

En cas de tout changement relatif à l'aménagement et/ou usages du site, le présent schéma conceptuel et les conclusions devront être modifiés en conséquence.

ZONES POTENTIELLES D'EXPOSITION ET USAGE ACTUEL / FUTUR	PRINCIPAUX TRANSFERT(S) A ENVISAGER	PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION A ENVISAGER	PRINCIPALES CIBLES A PRENDRE EN COMPTE	MILIEUX CONCERNES – TYPES DE POLLUANTS POTENTIELS
Intérieur du futur bâtiment	Du sol et des eaux souterraines vers l'air ambiant intérieur	Inhalation de substances volatiles issues du sol	Futurs résidents et usagers	GAZ DU SOL Présence d'anomalies en mercure, PCE, HCT et HAP dans les sols maintenus en place dans le cadre du projet d'aménagement en S12 et S14 (partie sud) → COMPATIBILITE AVEC L'USAGE FUTUR A VERIFIER
	Du sol vers les futures canalisations AEP	Ingestion d'eau contaminée / contact cutané / Inhalation de substances volatiles issues du sol		FUTURES CANALISATIONS AEP CONSTITUEES D'ACIER ET A IMPLANTER DANS DES MATERIAUX D'APPORT SAINS
Zones extérieures recouvertes	Du sol vers l'Air ambiant extérieur	Inhalation d'air		ABSENCE DE COMPOSES VOLATILS DANS LES SOLS MAINTENUS EN PLACE DANS LE CADRE DU PROJET D'AMENAGEMENT

Tableau 2 - Schéma conceptuel d'exposition

Notons que le risque de transfert d'une contamination vers les futures canalisations AEP pourra être supprimé via une mesure de gestion simple : les futures canalisations devront être mises en place dans un lit de matériaux d'apport extérieur sains et constituées d'acier.

Ainsi, la seule voie d'exposition pertinente est l'inhalation de composés volatils issus des sols à l'intérieur du futur bâtiment accueillant l'école élémentaire.

Afin d'étudier cette voie d'exposition, des investigations relatives à la qualité des gaz du sol ont donc été réalisées dans le cadre de la présente mission.

4. INVESTIGATIONS DES GAZ DU SOL REALISEES PAR ERG ENVIRONNEMENT EN SEPTEMBRE 2016

Les investigations suivantes ont été réalisées les 20 et 21 septembre 2016 sur le milieu gaz des sols, afin de valider la compatibilité de l'état des milieux avec l'usage projeté :

- 3 prélèvements d'air du sol (PZA1, PZA2 et PZA3) à 1 m/TN par mise en place d'une canne temporaire. Ces prélèvements ont été réalisés à l'emplacement du futur bâtiment dans les zones des sondages S12, S13 et S14 ayant révélé la présence de composés volatils lors des investigations de juin 2016.

Les polluants volatils suivants ont été recherchés : le mercure, le naphtalène, les COHV et les HCT par TPH (réalisation d'un pack complet incluant également les BTEX et le MTBE), correspondant aux composés mis en évidence dans les sols.

Conformément à la Politique Nationale en la matière, les analyses de gaz du sol ont été privilégiées afin de se rapprocher des milieux d'exposition et de s'affranchir de l'incertitude liée à l'évaluation des transferts de polluants volatils de la matrice sols ou eaux souterraines dans l'air du sol. La mesure directe de la qualité des milieux d'exposition a été privilégiée par rapport à la modélisation des transferts.

4.1 Investigations des gaz du sol

4.1.1 Nature des investigations

- **Localisation des points de prélèvements**

Afin d'étudier le transfert éventuel de la contamination des gaz du sol vers l'air ambiant du futur bâtiment de l'école élémentaire, des cannes de prélèvement temporaires ont été mises en place à environ 1 m de profondeur dans les remblais.

Le tableau suivant reprend les caractéristiques des points de prélèvement.

Points de prélèvement	Localisation	Commentaire
PZA1	Proche sondage S12	PID = 0 ppm entre 0 et 1,1 m/TN
PZA2	Proche sondage S13	PID = 0 ppm entre 0 et 0,7 m/TN
PZA3	Proche sondage S14	PID = 0 ppm entre 0 et 0,7 m/TN

Tableau 3 : Stratégie d'implantation des points de prélèvement

Le plan d'implantation des points de prélèvement est présenté en **annexe A3.1**.

Les prélèvements d'air ont été réalisés conformément à la méthodologie recommandée par le guide du Ministère de l'Environnement et la norme PR NF ISO 10381-7.

- **Protocole de prélèvements des gaz du sol**

Les prélèvements ont été réalisés les 20 et 21 septembre 2016.

Un tube en acier galvanisé est enfoncé dans le sol jusqu'à 1 m sous la surface du sol. Ce tube est constitué d'une partie crépinée permettant le prélèvement des gaz du sol entre environ 0,95 et 1 m et d'une partie pleine de 0 à 0,95 m sous la surface du sol.

Les prélèvements de gaz des sols ont été réalisés selon le schéma suivant.

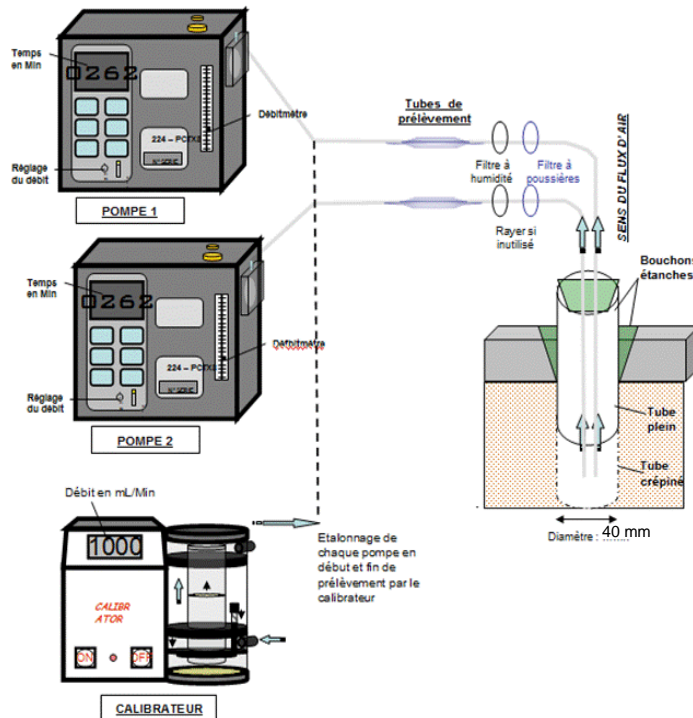


Figure 1 : Schéma de principe du prélèvement de gaz des sols

Une purge a été réalisée avant chaque prélèvement d'air.

Le prélèvement a été effectué au moyen d'un capillaire téflon introduit dans le tubage, relié au support de prélèvement adapté, puis à une pompe adaptée à ce type de prélèvements. Le débit de pompage a été contrôlé à l'aide d'un débitmètre en début et en fin de mesure afin de vérifier l'absence d'écart significatif (< 5%) par rapport aux débits de pompages prévus.

Une mesure des gaz photoionisables a été réalisée au moyen d'un PID (Photo Ionisation Detector) avant et après la réalisation des prélèvements de gaz du sol. Cet appareil permet la détection et la quantification de COV totaux (Composés Organiques Volatils) avec une sensibilité de 0,1 ppm. Le PID n'a pas une capacité sélective sur les composés détectés.

Les prélèvements ont été réalisés sur des supports adaptés aux substances recherchées (charbon actif). La phase de pompage de l'air s'est étendue sur une durée de 4 à 6 heures (durée adaptée en fonction du seuil de quantification analytique désiré).

La durée de prélèvement minimale (et donc le volume minimum d'air à prélever), permettant d'atteindre le seuil de quantification (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nécessaire pour l'EQRS, a été déterminée à partir :

- du seuil de quantification analytique du laboratoire (en $\mu\text{g}/\text{tube}$),
- du débit de prélèvement fixé par les méthodologies recommandées par les organismes reconnus (INRS – Fiches MétroPol, NIOSH, OSHA).

Enfin, les prélèvements ont été placés dans une glacière réfrigérée puis envoyés au laboratoire en express. Les analyses de gaz des sols ont été réalisées par le laboratoire EUROFINs.

o **Constitution de blancs de terrain et de transport**

Un blanc de terrain-transport a également été constitué, de la manière suivante :

- ouverture du tube au moment de l'ouverture des premiers tubes de prélèvement ;
- fermeture du tube pendant la phase pompage ;
- réouverture du tube lors de la désinstallation des tubes de prélèvement.

Le même tube de blanc de terrain-transport a été utilisé pour l'installation/désinstallation des différents points de prélèvement. Ce protocole a été réalisé pour chaque prélèvement afin de maximiser l'absorption de composés « parasites », et afin de pouvoir conclure sur une éventuelle interférence des conditions de terrain sur les supports.

Le tube a été laissé ouvert au moment du conditionnement des échantillons, il a été fermé avec les bouchons et déposé dans la glacière dans un sachet-bulle comme les autres tubes. Aucun pompage n'a été réalisé sur ce blanc de terrain-transport.

Celui-ci a été conditionné dans les mêmes conditions que les supports utilisés sur le terrain pour pouvoir conclure sur une éventuelle interférence du contenant sur les supports.

o **Méthodes de prélèvements et analyses**

Il a été procédé à des échantillonnages d'air par piégeage sur supports adsorbants suivants :

- Sur charbon actif (TCA) 100/50 avec un débit de prélèvement de 0,2 l/min pendant 4h pour l'analyse des HCT, naphthalène et COHV ;
- Sur Tube XAD2 avec un débit de prélèvement de 1 l/min pendant 4h pour l'analyse des 15HAP ;
- Sur charbon actif (TCA) 100/50 avec un débit de prélèvement de 0,6 l/min pendant 5h40 pour l'analyse du mercure.

Les analyses ont été réalisées par Chromatographie en Phase Gazeuse – Spectrométrie de masse (GC/MS).

A titre de contrôle de la représentativité du prélèvement des gaz du sol, les analyses ont porté sur la couche de mesure et la couche de contrôle¹.

Les fiches de prélèvement pour chaque point de mesure sont présentées en **annexe A3.2**. Les principaux paramètres nécessaires au calcul des teneurs en substances dans l'air sont présentés dans le Tableau 4.

¹ Les supports de prélèvement utilisés pour le prélèvement des polluants présents en phase vapeur comportent une couche de mesure et une couche de contrôle, cette dernière permettant de contrôler la non saturation de la couche de mesure et ainsi de valider l'échantillonnage.

Prélèvement	Paramètres	Temps de prélèvement (min)	Débit moyen (L/min)	Volume d'air prélevé (L)
PZA1 (zone S12)	Charbon actif 100/50 pour prélèvement des COHV, naphtalène et HCT	240	0,2175	52,2
	Tube XAD2 pour prélèvement des 15HAP	240	0,9785	234,84
	Charbon actif 100/50 pour prélèvement du mercure	325	0,592	195,36
PZA2 (zone S13)	Charbon actif 100/50 pour prélèvement des COHV, naphtalène et HCT	240	0,2	48
	Tube XAD2 pour prélèvement des 15HAP	240	1,0275	246,6
	Charbon actif 100/50 pour prélèvement du mercure	330	0,5905	194,86
PZA3 (zone S14)	Charbon actif 100/50 pour prélèvement des COHV, naphtalène et HCT	240	0,2035	48,84
	Tube XAD2 pour prélèvement des 15HAP	240	1,013	243,12
	Charbon actif 100/50 pour prélèvement du mercure	325	0,592	192,4

Tableau 4 : Principaux paramètres nécessaires au calcul des teneurs en substances dans l'air

2 tubes XAD2 (PZA2 et Blanc) sont arrivés cassés au laboratoire : les 15HAP n'ont pas pu être analysés sur ces 2 supports.

4.2 Critères d'interprétation des résultats d'analyses d'air ambiant

Il n'existe pas de valeurs de référence concernant les gaz du sol. La réalisation d'une modélisation est donc nécessaire afin d'évaluer les teneurs dans l'air ambiant à partir des teneurs mesurées dans les gaz du sol.

Les teneurs modélisées dans l'air ambiant peuvent ensuite être comparées aux valeurs de référence existant pour ce milieu.

En première approche, les teneurs mesurées dans les gaz du sol peuvent également être comparées aux valeurs de référence relatives à l'air ambiant.

En l'absence de valeurs de référence, les teneurs modélisées dans l'air ambiant sont ensuite utilisées pour calculer les risques sanitaires encourus par les personnes exposées à ces teneurs.

Pour le milieu « air », peu de composés disposent à l'heure actuelle de valeurs réglementaires. La gestion des résultats s'appuie donc en premier lieu sur les Valeurs de Gestion de l'Air Intérieur proposées par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) ou les Valeurs Guide de Qualité d'Air Intérieur (VGAI chroniques et aiguës) proposées par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES) et qui ont vocation à devenir des valeurs guide de gestion après avis du HCSP.

► Comparaison aux valeurs réglementaires existantes

Seul le benzène possède une valeur réglementaire² définie dans le Décret N°2002-213 du 15/02/02 : valeur limite moyenne annuelle pour la protection de la santé humaine. Cette valeur est de 5 µg/m³.

► Comparaison aux valeurs de référence existantes

L'observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur (OQAI) a réalisé une campagne nationale de mesure d'air dans les logements sur la période 2003-2005. Les données ont été recueillies dans 567 résidences principales (1612 individus enquêtés) réparties sur 55 départements et 74 communes de la France continentale métropolitaine, sur une durée d'une semaine, à l'intérieur des logements, dans les garages attenants lorsqu'ils existaient et à l'extérieur.

Les valeurs issues du rapport d'étude « Campagne nationale Logements : Etat de la qualité de l'air dans les logements français Rapport final (mise à jour mai 2007) » pour les paramètres mesurés sont les suivantes :

AIR INTERIEUR DES LOGEMENTS		
Paramètre :	Valeur médiane ³ air intérieur en µg/m ³	90 ^{ème} percentile ⁴ en µg/m ³
Benzène	2,1	5,7
Ethylbenzène	2,3	7,5
Toluène	12,2	46,9
M,p-xylènes	5,6	22,0
O-xylènes	2,3	8,1

• **VGAI de l'ANSES**

L'ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire) a publié des Valeurs Guides Air Intérieur (VGAI) pour les composés suivants :

Paramètre :	Valeur Guide Air Intérieur en µg/m ³
Benzène	2 µg.m ⁻³ pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁵ (avril 2010) 0,2 µg.m ⁻³ pour une exposition vie entière correspondant à un excès de risque de 10 ⁻⁶ (avril 2010)
Naphtalène	10 µg/m ³ pour une exposition supérieure à 1 an, pour les effets chroniques non cancérogènes (août 2009)

Pour le benzène, la valeur retenue comme valeur de comparaison dans le cadre de cette étude sera 2 µg/m³, pour un excès de risque de 10⁻⁵, car c'est celui retenu par les Agences Sanitaires comme objectif de qualité.

• **Valeurs de gestion du HCSP**

En complément de l'expertise de l'Anses et dans une optique d'aide à la gestion, le HCSP a publié des valeurs dites « de gestion » prenant en compte ces critères sanitaires tout en les mettant en perspective avec les concentrations techniquement atteignables actuellement. Le HCSP a publié ses recommandations pour les substances suivantes :

² Cette valeur réglementaire correspond à l'air extérieur, mais est prise en compte à défaut d'existence de valeur réglementaire pour l'air intérieur. De plus, la valeur de 5µg/m³ a été retenue par le Haut Conseil de Santé Publique dans son avis relatif à la fixation de valeurs repères d'aide à la gestion pour le benzène dans l'air des espaces clos daté du 16 juin 2010.

³ 50% des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur

⁴ 95 % des logements ont des teneurs inférieures à cette valeur

Paramètre :	Valeur d'action rapide	Valeur repère	Valeur Cible
Benzène	10 µg/m ³	5 µg/m ³	2 µg/m ³
Naphtalène	50 µg/m ³	10 µg/m ³	-

La **valeur cible** fixée pour le benzène est une valeur à atteindre en 5 ans après son établissement dans tous les espaces clos habités ou accueillant du public. Des teneurs inférieures ou égales témoignent d'une bonne qualité d'air vis-à-vis de ce polluant.

La **valeur repère de qualité d'air** est la valeur en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée aujourd'hui. Pour le benzène, à partir de 2012, cette valeur repère évoluera avec une pente de décroissance de 1 µg/m³ par an jusqu'à la valeur cible qui doit donc être atteinte depuis janvier 2016.

La **valeur d'action rapide** est la valeur au-delà de laquelle les sources en cause doivent être identifiées et neutralisées dans le but de ramener les teneurs intérieures en dessous de la valeur repère.

4.3 Résultats et interprétations

L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le Tableau 5. Les bordereaux d'analyses complets sont fournis en **annexe A3.3**.

Désignation de l'échantillon	TERRAIN-TRANSPORT	PZA1 (zone S12)				PZA2 (zone S13)				PZA3 (zone S14)				Valeurs de comparaison Air Intérieur	
	Blanc	Zone de mesure		Zone de contrôle		Zone de mesure		Zone de contrôle		Zone de mesure		Zone de contrôle		OQAI 90ème percentile	VGAI
		µg/piège	µg/piège	µg/m3	µg/piège	µg/m3	µg/piège	µg/m3	µg/piège	µg/m3	µg/piège	µg/m3	µg/piège		
HCT aliphatiques															
HCT C5-C6 aliphatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	<5,00	<102,38	<5,00	<102,38	-	-
HCT C6-C8 aliphatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	<5,00	<102,38	<5,00	<102,38	-	-
HCT C8-C10 aliphatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	44,5	911,14	<5,00	<102,38	-	-
HCT C10-C12 aliphatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	76,1	1 558,15	<5,00	<102,38	-	-
HCT C12-C16 aliphatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	23,6	483,21	<5,00	<102,38	-	-
HCT aromatiques															
HCT C6-C7 aromatiques (benzène)	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	0,16	3,33	<0,10	<2,08	0,23	4,71	<0,10	<2,05	5,7	2
HCT C7-C8 aromatiques (toluène)	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	0,11	2,29	<0,10	<2,08	0,55	11,26	<0,10	<2,05	46,9	-
HCT C8-C10 aromatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	8	163,80	<5,00	<102,38	-	-
HCT C10-C12 aromatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	16,4	335,79	<5,00	<102,38	-	-
HCT C12-C16 aromatiques	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	5,08	104,01	<5,00	<102,38	-	-
Hydrocarbures monoaromatiques															
Benzène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	0,16	3,33	<0,10	<2,08	0,23	4,71	<0,10	<2,05	5,7	2
Toluène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	0,11	2,29	<0,10	<2,08	0,55	11,26	<0,10	<2,05	46,9	-
Éthylbenzène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	0,37	7,58	<0,10	<2,05	7,5	-
m, p-xylènes	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	0,81	16,58	<0,10	<2,05	22	-
o-xylène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	0,62	12,69	<0,10	<2,05	8,1	-
MTBE	<5,00	<5,00	<95,79	<5,00	<95,79	<5,00	<104,17	<5,00	<104,17	<5,00	<102,38	<5,00	<102,38	-	-
Hydrocarbures polyaromatiques															
Naphtalène	<0,20	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	0,10	2,05	<0,10	<2,05	-	10
COHV															
Dichlorométhane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Chlorure de vinyle	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
1,1-Dichloroéthylène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
trans 1,2-Dichloroéthène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
cis 1,2-Dichloroéthène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Chloroforme	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Tétrachlorométhane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
1,1-dichloroéthane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
1,2-Dichloroéthane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
1,1,1-trichloroéthane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
1,1,2-Trichloroéthane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Trichloroéthylène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	0,39	7,99	<0,10	<2,05	-	-
Tétrachloroéthylène	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Bromochlorométhane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Dibromométhane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
1,2-Dibromoéthane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Bromoforme (tribromométhane)	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Bromodichlorométhane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
Dibromochlorométhane	<0,10	<0,10	<1,92	<0,10	<1,92	<0,10	<2,08	<0,10	<2,08	<0,10	<2,05	<0,10	<2,05	-	-
15HAP															
Acénaphthylène	n.a.	0,005	0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Acénaphthène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	0,008	0,03	<0,005	<0,02	-	-
Fluorène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Phénanthrène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Anthracène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Fluoranthène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Pyrène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Benzo(a)-anthracène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Chrysène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Benzo(b)fluoranthène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Benzo(k)fluoranthène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Benzo(a)pyrène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Dibenzo(a,h)anthracène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Benzo(ghi)Pérylène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	n.a.	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	n.a.	-	n.a.	-	<0,005	<0,02	<0,005	<0,02	-	-
Autres composés															
Mercurure	<0,05	<0,05	<0,26	<0,05	<0,26	<0,05	<0,26	<0,05	<0,26	<0,05	<0,26	<0,05	<0,26	-	-

< XX, n.d.: valeur inférieure à la limite de quantification
En grisé : teneur supérieure au seuil de quantification analytique

Tableau 5 - Teneurs mesurées dans les gaz du sol

Les résultats d'analyse mettent en évidence l'absence de quantification des composés sur la couche de contrôle, ce qui indique que la couche de mesure n'a pas été saturée. Ceci atteste la représentativité des valeurs mesurées.

Les analyses de gaz du sol réalisées ont mis en évidence :

- L'absence de quantification du mercure : les mesures réalisées dans le milieu gaz des sols montrent que le mercure quantifié dans les sols à des teneurs anormales ne correspond pas à la forme volatile du mercure.
- L'absence du MTBE au droit des 3 points de prélèvement.
- L'absence de quantification du naphthalène au droit de PZA1 et PZA2. Le composé est retrouvé à l'état de traces au droit de PZA3, avec une teneur égale à la limite de quantification (2,05 µg/m³). Cette teneur reste inférieure à la VGAI (fixée à 10 µg/m³).
- L'absence de quantification des 15HAP à l'exception de l'acénaphthylène en PZA1 et de l'acénaphthène en PZA3 à l'état de traces, à des teneurs égales ou proches de la limite de quantification (respectivement 0,02 µg/m³ et 0,03 µg/m³ pour une LQ de 0,02 µg/m³).
- L'absence de quantification des COHV à l'exception du **trichloroéthylène** (TCE) au droit de PZA3 (7,99 µg/m³ pour une limite de quantification de 2,05 µg/m³).
- La quantification des BTEX au droit de PZA2 et PZA3 avec :
 - présence du **benzène** (3,33 µg/m³ en PZA2 et 4,71 µg/m³ en PZA3), à des teneurs supérieures à la VGAI mais inférieures au bruit de fond de l'OQAI ;
 - présence du **toluène** (2,29 µg/m³ en PZA2 et 11,26 µg/m³ en PZA3), à des teneurs inférieures au bruit de fond de l'OQAI ;
 - présence de l'**éthylbenzène** (7,58 µg/m³ en PZA3, non quantifié en PZA2) à une teneur équivalente au bruit de fond de l'OQAI fixé à 7,5 µg/m³ ;
 - présence des **m-p xylènes** (16,58 µg/m³ en PZA3, non quantifié en PZA2) à une teneur inférieure au bruit de fond de l'OQAI ;
 - présence des **o xylènes** (12,69 µg/m³ en PZA3, non quantifié en PZA2) à une teneur supérieure au bruit de fond de l'OQAI.

Les BTEX ne sont pas quantifiés au droit de PZA1.

- La quantification des **hydrocarbures aliphatiques** au droit de PZA3, avec présence des fractions C8-C10 (911,14 µg/m³ pour une limite de quantification de 102,38 µg/m³), C10-C12 (1 558,15 µg/m³ pour une limite de quantification de 102,38 µg/m³) et C12-C16 (483,21 µg/m³ pour une limite de quantification de 102,38 µg/m³).
- La quantification des **hydrocarbures aromatiques** au droit de PZA3, avec présence des fractions C8-C10 (7,58 µg/m³ pour une limite de quantification de 102,38 µg/m³), C10-C12 (335,79 µg/m³ pour une limite de quantification de 102,38 µg/m³) et C12-C16 (104,01 µg/m³ pour une limite de quantification de 102,38 µg/m³).

On note également la présence des fractions aromatiques C6-C7 et C7-C8 quantifiées en PZA2 et PZA3, et correspondant au benzène et au toluène.

Les HCT ne sont pas quantifiés en PZA1.

Aucun composé n'a été quantifié sur le blanc de terrain-transport. Ceci témoigne de l'absence d'interférence lors des prélèvements, du conditionnement et du transport des échantillons.

On note que ce contrôle n'a pas pu être réalisé sur les 15HAP (tube du blanc cassé au laboratoire). Néanmoins, ces composés ne sont pas quantifiés sur les points de prélèvement PZA1 et PZA3, à l'exception de l'acénaphtylène en PZA1 et de l'acénaphtène en PZA3 à des teneurs égales ou proches de la limite de quantification.

5. PLAN DE GESTION

5.1 Analyses des enjeux

L'étude historique réalisée en juin 2016 a recensé la présence de plusieurs anciens sites industriels au droit du secteur d'étude.

On précise que la circulaire préconise qu'aucun établissement sensible ne soit construit au droit d'un ancien site industriel.

5.1.1 Impact en métaux lourds au droit du site

Les investigations de sols ont révélé la présence quasi systématique d'anomalies en métaux lourds (Cadmium, Cuivre, Plomb et Zinc), en particulier au droit des niveaux de remblais noirs. Les teneurs sont supérieures aux valeurs du RMQS et de l'ASPITET. Les teneurs en Plomb sont également généralement supérieures au seuil du HCSP de 100 mg/kg MS.

Les plus fortes anomalies concernant le Plomb et le Zinc sont retrouvées au droit des niveaux de remblais noirs en « S11 (0-1,5) », « S12 (1,5-3,0) », « S13 (0,1-1,5) » et « S17 (2,2-3,0) » (avec également une forte anomalie en Cuivre).

On constate également la présence d'anomalies en mercure, composé pouvant être volatil sous certaines formes, au droit du sondage S14. Les teneurs retrouvées sont de 29,4 mg/kg MS entre 0,1 et 0,8 m/TN, 11,7 mg/kg MS entre 0,8 et 2,2 mg/kg MS et de 2,44 mg/kg MS (proche des anomalies naturelles modérées de l'ASPITET) entre 2,2 et 3,0 m/TN. On constate que les teneurs diminuent avec la profondeur.

En l'état actuel, les anomalies en métaux lourds dans les sols de surface génère en l'état actuel un risque potentiel d'exposition par contact direct ou inhalation de poussières au droit de ces zones non recouvertes. Le site est toutefois clôturé et non fréquenté.

Les métaux lourds sont essentiellement dangereux par contact direct, toutefois, l'aménagement futur prévoit la présence d'une isolation de surface (bâtiment et revêtement de surface extérieur) ce qui permettra de supprimer tout risque sanitaire lié à la présence de ces composés.

En revanche, le mercure pouvant être volatil sous certaines formes chimiques, sa présence dans les sols au droit de la future école génère un risque potentiel d'exposition par inhalation de composés volatils pour les futurs usagers de l'école. Toutefois, les mesures de gaz des sols (en particulier PZA3 au niveau de S14) ont montré l'absence de mercure, ce qui indique qu'il n'est pas présent sous sa forme volatile.

5.1.2 Impact en composés organiques au droit du site

La majorité des sols investigués sur le site ont révélé l'absence d'anomalies en composés organiques analysés (HCT, HAP, BTEX, COHV, PCB).

En revanche, les sondages S12, S13 et S14 ont révélé la présence de HCT C10-C40 (S12 entre 1,5 et 3 m/TN et S14 entre 0,1 et 3 m/TN) et dans une moindre mesure des 16HAP (S14

entre 0,8 et 2,2 m/TN) dans des teneurs anormales, ainsi qu'une quantification d'un COHV (PCE) en S13 entre 0,1 et 1,5 m/TN.

Les mesures de gaz des sols réalisées au niveau des trois sondages présentant des anomalies dans les sols (PZA1 au droit de S12, PZA2 au droit de S13 et PZA3 au droit de S14) ont révélé la présence d'hydrocarbures aliphatiques et aromatiques (C8-C10, C10-C12 et C12-C16), de BTEX, de TCE, et des traces de HAP (naphtalène, acénaphène et acénaphylène).

La présence de ces composés dans les gaz des sols au droit de la future école de plain-pied peut générer un risque d'inhalation de composés volatils pour les futurs usagers du site.

5.1.3 Schéma conceptuel d'exposition constaté

L'ensemble des informations recueillies (résultats analytiques, observations organoleptiques et mesures in situ) a permis de mettre à jour le schéma conceptuel d'exposition constatée qui intègre les informations recueillies et les voies de transfert avérées (Cf. Tableau suivant).

ZONES POTENTIELLES D'EXPOSITION ET USAGE ACTUEL / FUTUR	PRINCIPAUX TRANSFERT(S) A ENVISAGER	PRINCIPALES VOIES D'EXPOSITION A ENVISAGER	PRINCIPALES CIBLES A PRENDRE EN COMPTE	MILIEUX CONTAMINES : POLLUANTS MAJORITAIRES
Intérieur du futur bâtiment de l'école	Du sol et des eaux souterraines vers l'air ambiant intérieur	Inhalation de substances volatiles issues du sol	Futurs usagers du site	GAZ DU SOL Présence d'Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques C8-C10, C10-C12 et C12-C16, de BTEX, de TCE, et de traces de naphthalène, d'acénaphène et acénaphylène dans les gaz du sol → COMPATIBILITE AVEC L'USAGE FUTUR A VERIFIER
	Du sol vers les canalisations AEP	Ingestion d'eau contaminée / contact cutané / Inhalation de substances volatiles issues du sol		SOL Sans objet : Canalisations AEP à planter dans des sols sains ou des matériaux d'apport, utilisation de canalisation en acier,...

Tableau 6 : Schéma conceptuel d'exposition constatée

Il est à noter que l'exposition par inhalation de substances volatiles issues du sol peut avoir lieu à l'extérieur des bâtiments mais la dilution liée au vent et les faibles durées d'exposition à l'extérieur limitent très fortement ce type d'exposition qui est donc négligeable par rapport à l'exposition à l'intérieur des bâtiments. De plus, il est prévu la présence d'un bâtiment sur l'ensemble du site, l'exposition par inhalation à l'extérieur des bâtiments ne sera donc pas étudiée dans la suite du rapport.

Ce schéma conceptuel d'exposition correspond à l'usage et l'aménagement projetés du site. Ainsi, les conclusions qui pourront être formulées dans cette étude sont directement fonction du schéma conceptuel d'exposition présenté ci-dessus.

En cas de modification d'usage du site, le présent schéma conceptuel d'exposition devra être adapté en adéquation avec le nouvel aménagement proposé pour le site.

5.2 Évaluation quantitative des risques sanitaires

Les investigations réalisées par ERG Environnement dans le cadre de la présente mission ont mis en évidence la présence de composés organiques volatils (HCT aliphatiques et aromatiques, BTEX, acénaphène, acénaphylène et trichloroéthylène) dans les gaz du sol au droit du futur bâtiment, ce qui conduit à envisager les risques liés à l'exposition par inhalation de composés volatils à l'intérieur du bâtiment.

Conformément à la méthodologie décrite dans la circulaire de février 2007, la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires est donc nécessaire afin de statuer sur la compatibilité du site avec son usage et son aménagement projetés.

5.2.1 Méthodologie générale de l'EQRS

L'objectif de l'étude consiste à évaluer les risques pour la santé des personnes découlant de la présence de substances potentiellement toxiques dans les sols.

A cet effet, les différentes voies de transfert des substances en direction des personnes susceptibles d'être présentes sur les lieux concernés ont été identifiées, compte tenu d'hypothèses réalistes concernant la disposition des lieux et le comportement de ces personnes sur le site.

Sur la base des teneurs mesurées dans les différents milieux, les niveaux d'exposition sont ensuite évalués puis comparés aux valeurs maximales tolérables extraites des banques de données toxicologiques.

Deux types de substances sont pris en compte :

- les substances pour lesquelles les effets sont déterministes, c'est-à-dire avec seuil : il n'y a pas d'effet pour une exposition inférieure à un certain seuil. C'est généralement le cas des substances non cancérogènes. Pour ces substances, on définit un Indice de Risque (IR) ou Quotient de Danger (QD),
- les substances pour lesquelles les effets sont probabilistes, c'est-à-dire sans seuil : la probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à l'exposition. C'est généralement le cas des substances cancérogènes. Pour ces substances, on définit un Excès de Risque Individuel (ERI)

La démarche d'Evaluation des Risques Sanitaires comprend 4 étapes théoriques :

- identification des dangers : quels sont les effets néfastes liés aux différentes substances, selon les modes de contact. Cette étape nécessite de sélectionner les voies d'exposition et les substances à étudier,
- choix de la Valeur Toxicologique de Référence : quelle est la relation entre la dose d'exposition à la substance et la réponse de l'organisme exposé,
- évaluation des expositions : évaluer qui est exposé à la substance dangereuse, où, comment, à quel niveau d'exposition et pendant combien de temps,
- caractérisation du risque : déterminer quel est le niveau de risque, la probabilité de survenue du danger, en comparant les doses d'exposition aux VTR.

La démarche générale de l'Evaluation des Risques Sanitaires peut se schématiser sous la forme de l'organigramme présenté dans la Figure 2.

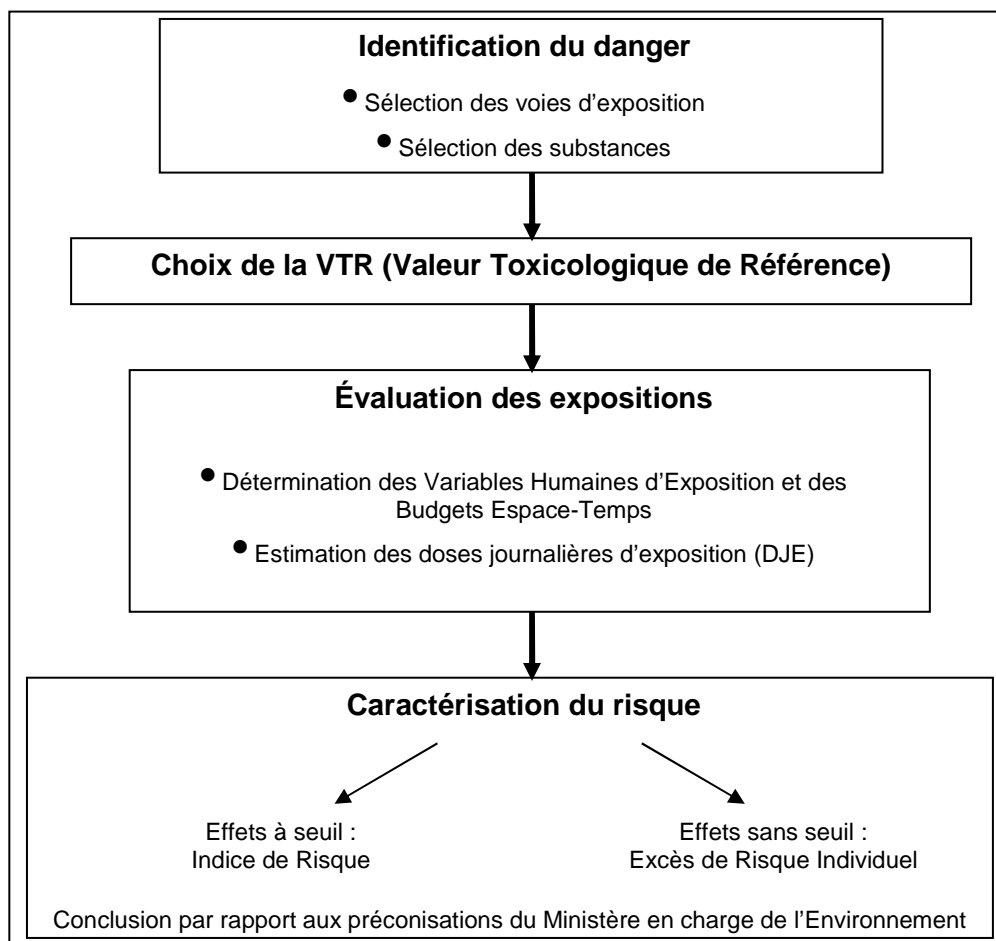


Figure 2 : Démarche générale de l'Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires

5.2.2 Identification du danger

○ Sélection des voies d'exposition

La présente étude porte uniquement sur les risques liés à l'exposition par inhalation de substances volatiles, seule voie d'exposition pertinente dans le cadre de la présente étude (voir le schéma conceptuel d'exposition).

o **Sélection des substances**

Les substances à retenir, parmi celles mesurées sur le site étudié, sont choisies suivant trois critères de sélection :

- la présence de la substance dans les différents milieux d'exposition et son niveau de présence,
- le potentiel de Danger (toxicité) de la substance ou la relation dose – effet,
- le potentiel de Transfert de la substance.

Pour l'exposition par inhalation, parmi les substances recherchées dans les gaz du sol, seules celles retrouvées à des teneurs supérieures aux seuils de quantification analytique ont été retenues. Dans une démarche sécuritaire, l'évaluation quantitative des risques sanitaires sera basée sur les teneurs maximales mesurées, tous prélèvements confondus. Ces teneurs sont présentées dans le tableau suivant :

Paramètres	Teneurs maximales mesurées dans l'air les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Point de mesure
HC aliphatiques C8-C10	911,14	PZA3
HC aliphatiques C10-C12	1 558,15	
HC aliphatiques C12-C16	483,21	
HC aromatiques C6-C7 (benzène)	4,71	
HC aromatiques C7-C8 (toluène)	11,26	
HC aromatiques C8-C10	163,80	
HC aromatiques C10-C12	335,79	
HC aromatiques C12-C16	104,01	
Benzène	4,71	
Toluène	11,26	
Ethylbenzène	7,58	
M,p-xylènes	16,58	
o-xylènes	12,69	
Trichloroéthylène	7,99	
Naphtalène	2,05	
Acénaphène	0,03	
Acénaphylène	0,02	

Tableau 7 : Teneurs retenues pour l'EQRS pour le milieu « air »

5.23 Choix des VTR

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence est réalisée en appliquant la réglementation en vigueur. En effet, la circulaire ministérielle du 8 février 2007 stipule que « les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) seront choisies conformément aux instructions de la circulaire du 30 mai 2006 du ministère en charge de la santé ». Cette circulaire a été abrogée par la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques, référencée « DGS/EA1/DGPR/2014/307 », en date du 31 octobre 2014.

Cette note indique que les VTR doivent être recherchées dans l'une des 8 bases de données suivantes :

- **ANSES** (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire, de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail),
- **US EPA** (United States Environmental Protection Agency), **ATSDR** (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), **OMS / IPCS** (Organisation Mondiale de la Santé / International Program on Chemical Safety),
- **Health Canada**, **RIVM** (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu : Institut national de la santé publique et de l'environnement des Pays-Bas), **OEHHA** (Office of Environmental Health Hazard Assessment : antenne californienne de l'US EPA) ou **EFSA** (European Food Safety Authority).

Les substances présentes dans les milieux d'exposition peuvent avoir deux types d'effets sur la santé humaine :

➤ Effets à seuil (effets déterministes)

Les substances à effets déterministes n'induisent un effet nuisible pour la santé humaine qu'à partir d'une certaine dose. Il n'y a pas d'effet sanitaire tant que l'exposition reste inférieure à un certain seuil. Au-delà de cette dose sans effet, les effets sur la santé apparaissent.

Pour les substances à seuil, la valeur toxicologique de référence (correspondant à la dose sans effet) est appelée Dose Journalière Tolérable (DJT) ou Dose Journalière Admissible (DJA).

La DJT est définie à partir de bases de données toxicologiques telles qu'énumérées précédemment.

➤ Effets sans seuil (effets probabilistes)

Pour les substances à effets probabilistes (cas des substances cancérigènes), la probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à l'exposition.

Pour les substances à effets sans seuil, la valeur toxicologique de référence est appelée Excès de Risque Unitaire (ERU). Il s'agit de la probabilité supplémentaire par rapport à un sujet non exposé qu'un individu a de développer l'effet s'il est exposé sur une vie entière à une unité de dose ou de concentration de toxique.

L'ERU est défini à partir de bases de données toxicologiques énumérées précédemment.

Lorsque plusieurs VTR relatives à la voie d'exposition pertinente sont disponibles dans la littérature pour une substance donnée, le choix de la VTR doit être établi en appliquant la méthode décrite dans la note de la Direction Générale de la Santé (DGS) du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs

toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact.

Cette circulaire recommande :

- de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données ;
- à défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, de retenir les VTR correspondantes, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente ;
- sinon, de sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
- enfin, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), d'utiliser la dernière VTR proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA

Pour les 16 HAP (à l'exception du naphtalène pour lequel l'ANSES a établi des VTR pour la voie inhalation), les VTR ont été choisies conformément aux recommandations de l'INERIS (rapport INERIS-DRC-03-47026-ETS-BDo-N°03DR177 mis à jour le 3 janvier 2006) : utilisation des VTR existantes pour les effets à seuil et utilisation des FET⁵ pour les effets sans seuils, avec prise en compte de la VTR de l'OEHHA (ERU_i = 1,1 mg/m³)⁻¹) pour le benzo(a)pyrène pour l'exposition par inhalation.

Dans le cas particulier des HCT, les VTR sont définies par le TPHCWG.

Les VTR des substances retenues sont présentées dans le Tableau 8 pour l'exposition par inhalation.

⁵ Facteur d'Equivalence en Toxicité (sans unité), proposé par l'INERIS (Institut National de l'Environnement et des Risques Industriels), qui permet d'évaluer la toxicité des HAP par rapport au Benzo(a)Pyrène. En multipliant le FET de la substance X par l'ERU du benzo(a)pyrène, on obtient une estimation de l'ERU de la substance X

Composés chimiques	Valeur de référence effets à seuil (mg/m ³)	Valeur de référence effets sans seuil (µg/m ³) ⁻¹
BTEX		
Benzène	9,75E-03 (ATSDR, 2007)	2,60E-05 (ANSES, 2013)
Toluène	3 (ANSES, 2010)	Non disponible
Ethylbenzène	0,26 (ATSDR, 2010)	2,50E-06 (OEHHA, 2007)
Xylènes	0,217 (ATSDR, 2007)	Non disponible
HYDROCARBURES ALIPHATIQUES		
>C8-C10	1 (TPHCWG)	Non disponible
>C10-C12	1 (TPHCWG)	Non disponible
>C12-C16	1 (TPHCWG)	Non disponible
HYDROCARBURES AROMATIQUES		
>C7-C8 (toluène)	0,4 (TPHCWG)	Non disponible
>C8-C10	0,2 (TPHCWG)	Non disponible
>C10-C12	0,2 (TPHCWG)	Non disponible
>C12-C16	0,2 (TPHCWG)	Non disponible
HAP		
Naphtalène	37 (ANSES, 2013)	5,60E-06 (ANSES, 2013)
Acénaphthylène	Non disponible	1,10E-06 (INERIS)
Acénaphène	Non disponible	1,10E-06 (INERIS)
COHV		
Trichloroéthylène	0,6 (OEHHA, 2003 – choix INERIS)	4,3E-07 (OMS, 2000)

Tableau 8 : VTR retenues pour l'exposition par inhalation

On note que le Toluène est pris en compte en tant que tel mais également en tant de HCT aromatique C7-C8, ce qui rend l'estimation majorante.

5.24 Évaluation des expositions

Les Doses Journalières d'Exposition (DJE) des cibles potentielles sont évaluées à partir des teneurs mesurées dans les sols et les gaz des sols, en fonction des durées d'exposition (budget espace – temps).

o Définition des cibles exposées

Compte tenu de l'usage étudié (école élémentaire), deux types de cibles peuvent être prises en compte :

- adultes amenés à travailler de manière régulière sur le site.
- enfants de 2 à 11 ans amenés à fréquenter l'école élémentaire (maternelle et primaire).

La cible retenue dans le cadre de notre étude est la population adulte car l'exposition considérée est plus longue, donc plus pénalisante. Si l'EQRS conclue à une compatibilité d'usage pour la cible « adulte », l'usage sera a fortiori compatible pour la cible « enfants ».

- **Définition du budget espace-temps**

Les paramètres concernant les budgets espace-temps (BET) utilisés dans cette étude sont présentés dans le Tableau 9.

La population retenue de manière pénalisante pour le calcul de risque est la population adulte fréquentant le site 235 jours par an sur une durée estimée à 40 ans. Cette durée d'exposition est plutôt majorante car il est rare qu'une personne travaille au même endroit pendant 40 ans.

CIBLES	PARAMETRE	VALEUR RETENUE	SOURCE
Adultes	Temps de présence dans l'école	8 h/j	Durée légale du travail (35h hebdomadaires - + 1 h/j de repas pris sur lieu de travail)
	Jours de présence annuelle sur le site	235 j	Nombre de jours travaillés par un employé en France (valeur pénalisante : 47 semaines de 5 jours – sans compter les éventuels RTT)
	Durée d'exposition	40 ans	Valeur pénalisante proposée par ERG Environnement

Tableau 9 : Budget espace-temps retenu pour l'étude

5.25 Modélisation des transferts des gaz du sol vers l'air ambiant intérieur

- **Démarche générale relative à la modélisation des transferts**

L'objectif du calcul de risques sanitaires est de quantifier les risques sanitaires liés à la présence de substances toxiques dans les gaz du sol du site étudié. Pour cela, il est nécessaire d'évaluer l'exposition des populations cibles vis-à-vis de ces substances, ce qui implique de modéliser les transferts entre les compartiments en interaction potentielle avec les cibles.

Dans le cas du site étudié, compte tenu des anomalies mises en évidence et du type d'aménagement étudié, l'exposition à l'intérieur du futur bâtiment par inhalation des substances volatiles issues des gaz du sol est, comme nous l'avons vu (cf. paragraphe 5.1), la seule voie d'exposition pertinente.

Le calcul de risques sanitaires implique donc l'étude des transferts de substances volatiles depuis les gaz du sol vers l'air intérieur du futur bâtiment, ce qui nécessite l'utilisation de modèles mathématiques adaptés à l'aménagement étudié afin d'estimer les teneurs dans l'air, à partir des teneurs mesurées dans les gaz du sol.

○ **Modèle retenu pour l'exposition par inhalation**

Concernant l'évaluation des transferts de substances volatiles issues du sol, deux modèles mathématiques sont généralement utilisés :

- JOHNSON & ETTINGER permet de modéliser des transferts dans des bâtiments de plain-pied. Les équations de JOHNSON & ETTINGER sont utilisées dans le modèle RISC HUMAN.
- VOLASOIL permet de modéliser des transferts dans des bâtiments « aériens », avec généralement un vide sanitaire. Toutefois, une partie des équations du modèle peut être utilisée pour modéliser des transferts depuis le rez-de-chaussée d'un bâtiment vers le 1^{er} étage (transfert équivalent à celui du vide sanitaire vers le rez-de-chaussée).

Étant donné l'aménagement étudié (exposition dans un bâtiment de plain-pied), le modèle JOHNSON & Ettinger a été utilisé.

Les équations mathématiques de JOHNSON & ETTINGER sont issues du guide d'utilisation réalisé par l'US EPA (User's guide for evaluating subsurface vapour intrusion into buildings, février 2004).

Le transfert des substances présentes dans l'air du sol vers l'air ambiant du bâtiment est géré par deux phénomènes :

- un gradient de concentration entre deux milieux Air (loi de FICK), qui met en jeu des phénomènes de diffusion à travers une couche de sol.
- un gradient de pression entre deux milieux Air (loi de DARCY), qui met en jeu des phénomènes de convection via une perméabilité de porosité du sol et/ou une perméabilité de fissures au niveau du plancher des bâtiments (dallage).

La combinaison des phénomènes de diffusion et de convection permet d'estimer un coefficient de transfert global (ou flux) dans l'air ambiant de surface.

En prenant en compte le renouvellement de l'air des bâtiments, nous pouvons ainsi estimer un facteur d'atténuation entre l'air du sol et l'air ambiant des bâtiments, ce qui nous permet d'évaluer la teneur (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de chacune des substances sélectionnées dans l'air ambiant des bâtiments.

L'obtention de ces concentrations théoriques dans l'air ambiant permet alors d'estimer les niveaux d'exposition des cibles ou concentrations moyennes inhalées pour chacune des substances, en tenant compte des durées d'exposition définies pour chacun des scénarii étudiés.

L'estimation des niveaux d'exposition moyens permet ainsi d'évaluer les niveaux de risques sanitaires des différentes cibles.

○ **Paramétrage du modèle**

Dans le cadre de la modélisation des transferts de substances volatiles issues des gaz du sol par les équations mathématiques de JOHNSON & ETTINGER, le choix des paramètres est un élément essentiel au calage définitif du modèle, étape importante avant la réalisation de toute évaluation des risques sanitaires.

Les tableaux suivants présentent les principaux paramètres utilisés dans le modèle ainsi que les valeurs retenues pour chacun d'entre eux.

➤ **Paramètres liés aux propriétés chimiques des substances retenues**

Les valeurs retenues pour les propriétés chimiques des substances (constante de Henry, Coefficient de diffusion dans l'air et dans l'eau, ...) sont toutes issues des fiches toxicologiques proposées par l'Institut National de l'Environnement industriel et des Risques (INERIS) et du TPHCWG pour les HCT. Lorsque l'INERIS propose uniquement une plage de valeurs pour un paramètre, nous avons retenu la valeur la plus pénalisante. Les valeurs retenues sont présentées sur les feuilles de calcul en **annexe A4**.

➤ **Paramètres liés aux propriétés physico-chimiques du sol**

Paramètre	Valeur utilisée	Source
Fraction Volumique d'eau du sol « Vw » en %	7,6	JOHNSON & ETTINGER
Fraction Volumique d'air du sol « Va » en %	31,4	JOHNSON & ETTINGER
Perméabilité à l'air du sol « ka » en m ²	1.10 ⁻¹⁴	JOHNSON & ETTINGER

Tableau 10 : Paramètres du modèle liés aux propriétés physico-chimiques du sol

Les valeurs retenues pour la modélisation par JOHNSON & ETTINGER correspondent à un sol de type sablo-limoneux, semblable à celui du site étudié.

➤ **Paramètres liés à l'aménagement**

Paramètre	Valeur utilisée	Source
Épaisseur de la dalle béton entre le sol et le rez-de-chaussée pour un bâtiment de plain-pied « Lbéton » en m	0,15	Donnée standard pour ce type d'aménagement
Hauteur du plafond « hb » en m	2,5	Donnée standard pour ce type d'aménagement
Taux de renouvellement de l'air ambiant du bâtiment ER en h ⁻¹	0,5	Valeur moyenne donnée par Johnson & Ettinger et Volasoil pour des pièces d'habitation

Tableau 11 : Paramètres du modèle liés à l'aménagement

Pour les taux de renouvellement de l'air des pièces, les valeurs fournies par les modèles sont les suivantes :

- dans Johnson & Ettinger
 - valeur par défaut : 0,25 h⁻¹
 - valeur moyenne : 0,5 h⁻¹
- dans Volasoil
 - ventilation très mauvaise : 0,17 h⁻¹
 - ventilation mauvaise : 0,33 h⁻¹
 - ventilation normale : 0,5 h⁻¹
 - ventilation bonne : 0,67 h⁻¹
 - ventilation très bonne : 1 h⁻¹

➤ **Paramètres fournis par défaut dans le modèle**

Paramètre	Valeur utilisée
Fraction d'ouverture dans la dalle béton « fof » (adimensionnel)	0,00001 (valeur fournie par VOLASOIL pour un plancher normal _- la valeur par défaut fournie par JOHNSON & ETTINGER est égale à 0,000377, mais sans indication du type de plancher correspondant)
Différence de pression Air du sol – Air ambiant du rez-de-chaussée « dP » en g.cm ⁻¹ .s ⁻²	40 (valeur fournie par défaut dans le guide d'utilisation de JOHNSON & ETTINGER)

Tableau 12 : Paramètres fournis par défaut dans les modèles

5.2.6 Quantification des risques sanitaires

○ **Démarche**

➤ **Exposition par inhalation de substances volatiles**

A partir des concentrations mesurées dans l'air pour les différentes substances, et connaissant le budget espace-temps des personnes exposées, on peut calculer la concentration moyenne inhalée de la manière suivante :

$$CI = \sum(Ci \times Ti) \times F \times (T / Tm) \text{ pour les effets sans seuil}$$

$$CI = \sum(Ci \times Ti) \times F \text{ pour les effets à seuil}$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée (mg/m³),

Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé (mg/m³),

Ti : taux d'exposition (sans unité) : fraction d'exposition à la concentration Ci pendant 1 journée,

F : fréquence d'exposition (sans unité) nombre annuel de jours d'exposition / 365 jours,

T/Tm : temps de pondération (sans unité) avec T : durée d'exposition et Tm : 70 ans (durée d'exposition sur laquelle sont basées les VTR).

L'évaluation du risque sanitaire tient compte des niveaux d'exposition auxquels sont soumises les cibles, ainsi que des valeurs toxicologiques de référence définies pour chacune des substances.

Par conséquent, compte tenu de la classification des substances, deux types d'effets doivent être envisagés :

➤ **Cas des effets à seuil**

Afin d'estimer le risque pour la santé humaine, pour des substances à seuil, le rapport suivant, dénommé quotient de danger (QD), est calculé pour chaque substance :

$$QD = \frac{DJE}{DJT}$$

Avec :

DJE : Dose Journalière d'Exposition en mg/(kg.j) ou Concentration moyenne inhalée (CI) en mg/m³.

DJT : Dose Journalière Tolérable en mg/(kg.j) pour une exposition par ingestion et/ou contact cutané ou Concentration atmosphérique admissible (CAA) en mg/m³ pour une exposition par inhalation.

➤ **Cas des effets sans seuil**

Afin d'estimer le risque pour la santé humaine, pour des substances à effet sans seuil, le produit suivant, dénommé Excès de Risques Individuel (ERI), est calculé pour chaque substance :

$$ERI_{\text{substance}} = DJE \times ERU$$

Avec :

DJE : Dose Journalière d'Exposition en mg/(kg.j) ou Concentration moyenne Inhalée (CI) en mg/m³.

ERU : Excès de Risque Unitaire en (mg/kg.j)⁻¹ pour une exposition par ingestion et/ou contact cutané ou en (mg/m³)⁻¹ pour une exposition par inhalation.

○ Résultats pour l'exposition par inhalation

Les résultats des calculs de risques sont présentés dans le Tableau 13. La grille de calcul est présentée en **annexe A4**.

Substances	Concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration modélisée dans l'air du rez-de-chaussée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QD	ERI
BTEX				
Benzène	4,71	1,19E-05	2,62E-07	3,80E-11
Toluène	11,26	2,58E-05	2,04E-09	Pas d'effet sans seuil
Ethylbenzène	7,58	1,92E-05	1,58E-08	5,88E-12
Xylènes	29,27	7,40E-05	7,32E-08	Pas d'effet sans seuil
HCT - aliphatiques				
Aliphatiques >C8 - C10	911,14	2,31E-03	4,95E-07	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C10 - C12	1 558,15	3,94E-03	8,46E-07	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C12 - C16	483,21	1,22E-03	2,62E-07	Pas d'effet sans seuil
HCT - aromatiques				
Aromatiques >C7 – C8 (toluène)	11,26	2,8E-05	1,53E-08	Pas d'effet sans seuil
Aromatiques >C8 - C10	163,80	4,14E-04	4,45E-07	Pas d'effet sans seuil
Aromatiques >C10 - C12	335,79	8,50E-04	9,12E-07	Pas d'effet sans seuil
Aromatiques >C12 - C16	104,01	2,63E-04	2,82E-07	Pas d'effet sans seuil
HAP				
Naphtalène	2,05	5,18E-06	4,12E-05	3,56E-12
Acénaphthylène	0,02	5,06E-08	Pas d'effet à seuil	6,82E-15
Acénaphthène	0,03	7,58E-08	Pas d'effet à seuil	1,02E-14
COHV				
Trichloroéthylène (TCE)	7,99	2,0E-05	7,23E-09	1,07E-12
TOTAL			4,48E-05	4,85E-11

Tableau 13 : Niveaux de risques calculés pour l'exposition par inhalation

Ainsi, pour l'exposition des personnes par inhalation de substances volatiles présentes dans le bâtiment et issues des gaz du sol, les calculs de risques réalisés indiquent que le Quotient de Danger (QD) cumulé est inférieur à 1 ce qui amène à conclure à l'absence de risque pour les effets à seuil. De plus, l'ERI cumulé est inférieur à 10^{-5} : le niveau de risque est acceptable pour les effets sans seuil.

On peut donc considérer que l'état des milieux est compatible avec les usages projetés pour l'exposition par inhalation.

5.27 Discussion des incertitudes

➤ Voies d'exposition et substances retenues

Toutes les voies d'exposition pertinentes par rapport à l'aménagement tel qu'il est étudié (école élémentaire), et du schéma conceptuel d'exposition qui en découle, ont été prises en compte.

Étant donnée l'aménagement considéré et les anomalies mises en évidence lors des investigations, la seule voie d'exposition pertinente est l'inhalation de substances volatiles présentes dans l'air ambiant.

Concernant les autres voies d'exposition non retenues dans le cadre de cette étude de risques, on rappelle les éléments suivants :

- aucune des voies d'exposition liées au contact direct (ingestion de sol, inhalation de poussière...) n'est envisagée dans la mesure où l'ensemble du site sera recouvert par une isolation de surface (espaces extérieurs recouverts par de l'enrobé/béton ou des espaces verts, dalle béton du bâtiment). De ce fait, cette mesure de conception devra être maintenue dans le temps au regard du type de population présente (incluant des enfants en bas-âge), pour laquelle le risque d'exposition pour contact direct et ingestion de sol peut être envisagée en l'absence de recouvrement de surface (bâtiment, enrobé ou espaces verts).
- l'exposition par ingestion d'aliments auto-produits (élevages et potagers) n'a pas été prise en compte dans la mesure où aucune culture potagère et fruitière n'est prévue sur le site ;
- le transfert des substances résiduelles présentes dans les sols vers le réseau d'adduction en eau potable n'a pas été étudié car la conception du réseau supprimera tout risque de transfert de composé vers l'eau potable (canalisations en acier recouvertes d'un lit de sablon par exemple) ;
- dans le cadre de l'usage étudié du site, aucune utilisation (puits privé, captage,...) de la nappe souterraine présente localement n'a été prise en compte.

L'exposition par inhalation à l'extérieur du futur bâtiment n'a pas été étudiée car il est prévu la présence du futur bâtiment sur l'ensemble du site.

Pour l'exposition par inhalation, l'étude de risques n'a été réalisée que sur les substances sélectionnées, présentes dans les gaz du sol à des teneurs supérieures aux seuils de quantification.

Il est à noter que les teneurs des composés issus des gaz du sol dans l'air ambiant sont très dépendantes des conditions climatiques et sont donc susceptibles de varier dans le temps.

Néanmoins, les niveaux de risques calculés sont très inférieurs aux seuils d'acceptabilité, il est donc improbable que les conditions climatiques puissent faire suffisamment varier les teneurs pour atteindre un niveau de risque non acceptable.

➤ Modèle retenu

Compte tenu du schéma conceptuel d'exposition induit par le futur aménagement du site, la voie d'exposition par inhalation de vapeurs nocives issues des gaz du sol a été retenue dans la présente EQRS. Pour quantifier les risques liés à cette voie d'exposition, il a été nécessaire de modéliser les transferts du sol vers l'air ambiant intérieur.

Pour cela, les calculs ont été conduits à l'aide du modèle JOHNSON & ETTINGER, modèle spécifique aux transferts de vapeurs depuis le sol vers l'air ambiant des bâtiments.

Ce modèle permet d'évaluer des flux de vapeurs depuis le sol vers l'air intérieur des bâtiments (parkings ou logements), en estimant au final les teneurs dans l'air ambiant des différents compartiments : il est donc tout particulièrement adapté au type de transferts étudiés dans le cas présent.

Les principales hypothèses et limites du modèle JOHNSON & ETTINGER sont les suivantes :

- les vapeurs des contaminants pénètrent dans le bâtiment préférentiellement par les fissures et les ouvertures dans les murs et fondations. Cela implique qu'une différence de pression constante est générée entre les espaces intérieurs et la surface du sol. Ainsi les vapeurs des composés sont interceptées dans la zone d'influence (« champ de pression ») et transportées dans le bâtiment,
- les transports convectifs ont lieu dans une zone d'influence du bâtiment et la vitesse des vapeurs décroît rapidement quand la distance entre la source de pollution et le bâtiment augmente,
- le transfert des vapeurs entre la source de contamination et la zone d'influence du bâtiment se fait de manière prédominante par diffusion,
- la totalité des polluants gazeux provenant directement de la zone adjacente aux fondations pénètre dans le bâtiment à moins que le plancher et les murs ne constituent une barrière parfaite face aux vapeurs,
- toutes les propriétés du sol dans chaque horizon sont homogènes. De même pour la colonne de sol entre la source de contamination et le plancher,
- les contaminants sont répartis de façon homogène dans la zone de contamination.
- l'ampleur régionale de la contamination est plus grande que celle du plancher du bâtiment en contact avec le sol,
- le modèle ne prend pas en compte les processus de transformation (biodégradation, hydrolyse...),
- le modèle considère une source infinie de pollution,
- le modèle traite le bâtiment comme s'il était une chambre unique avec une dispersion des vapeurs instantanée et homogène. Par conséquent, il néglige le fait que les contaminants se déplacent et les variations de la concentration des vapeurs d'une chambre à l'autre à cause des ventilations naturelles ou mécaniques,
- le modèle suppose qu'il existe une différence de pression constante entre l'air du sol et l'air intérieur ce qui est majorant car il ne tient pas compte des périodes où cette différence de pression est nulle (climat doux et fenêtres ouvertes). De plus, on considère que la pression à l'intérieur du bâtiment est inférieure à la pression atmosphérique,

- une étude de FITZPATRICK et FITZGERALD (1997)⁶ indique que le modèle est peut-être exagérément conservateur pour les espèces volatiles non chlorées (BTEX principalement dans notre étude). Les auteurs attribuent cette différence à la biodégradation significative des composés non chlorés.

➤ **Budget espace-temps retenu**

Le budget espace-temps tient compte de l'aménagement et de l'usage projetés du site.

Pour les adultes travaillant dans l'école, la durée d'exposition retenue est égale à 40 ans, valeur généralement utilisée dans les évaluations de risques sanitaires. Cette durée est relativement majorante car il est rare qu'une personne travaille au même endroit pendant 40 ans.

En ce qui concerne les durées d'exposition quotidienne et annuelles, les valeurs retenues correspondent au nombre de jours et d'heures travaillés par un employé en France, soit une exposition de 235 j/an, pendant 8 h /j.

➤ **Incertitudes liées à l'évaluation de la toxicité**

Pour les différentes substances sélectionnées, l'étude est basée sur les VTR choisies en suivant les recommandations de la note d'information de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la Direction Générale de la Prévention des Risques, référencée « DGS/EA1/DGPR/2014/307 », en date du 31 octobre 2014.

La circulaire du 8 février 2007 préconise de suivre les préconisations de la circulaire DGS/SD. 7B n°2006-234 du 30 mai 2006 (relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact) qui a été abrogée par la note du 31/10/2014.

➤ **Incertitudes liées aux paramètres de la modélisation des transferts**

En ce qui concerne l'exposition par inhalation de substances volatiles issues des gaz du sol au droit du site, le calcul de risque a nécessité de modéliser les transferts entre les gaz du sol et l'air ambiant intérieur du bâtiment. Cette modélisation implique le choix de nombreux paramètres d'entrée, dont les valeurs sont connues de manière plus ou moins incertaine. Cette incertitude sur les données d'entrée entraîne une incertitude sur le résultat final du calcul de risque. Une analyse d'incertitude permet d'évaluer l'ampleur de cette incertitude, mais pas sa source, qui ne peut être évaluée que par une étude de sensibilité.

⁶ Fitzpatrick, N. A., and J. J. Fitzgerald. 1997. An evaluation of vapor intrusion into buildings through a study of field data. In: Soil Vapor Transport to Indoor Air Workshop, February 6-7, 1997, Brea, California.

• **Calcul d'incertitude**

Un calcul d'incertitude a été réalisé en utilisant les lois de distribution indiquées dans le Tableau 14, afin de déterminer les intervalles de confiance (plages de variations possibles) des résultats.

Paramètre	Loi de distribution	Valeur minimale	Valeur moyenne	Valeur maximale
ka : Perméabilité à l'air du sol (en m ²)	Triangulaire	1.10 ⁻¹⁵ (silt)	1.10 ⁻¹⁴ (sables limoneux)	1.10 ⁻¹⁰ (sable graveleux)
Fof : fraction d'ouverture dans le plancher du bâtiment (-)	Triangulaire	0,000001 (bon plancher)	0,00001 (plancher normal)	0,0001 (mauvais plancher)
ERbat' : taux de renouvellement de l'air (en h ⁻¹)	Triangulaire	0,17 (ventilation très mauvaise)	0,5 (ventilation normale)	1 (ventilation très bonne)
T/Tm : Temps de pondération (-)	Uniforme	20 / 70	Sans Objet	40 / 70
F : fréquence d'exposition (-)	Triangulaire	220 / 365	235 / 365	250 / 365
Ti : Fraction de temps quotidien d'exposition (-)	Triangulaire	6 / 24	8 / 24	10 / 24

Tableau 14 : Lois de distribution utilisées pour l'étude d'incertitude

Deux types de loi de distribution ont été choisis. Avec une loi uniforme, toutes les valeurs comprises entre les valeurs minimale et maximale ont les mêmes chances de se produire, tandis qu'avec une loi triangulaire les valeurs proches du minimum et du maximum ont une probabilité moindre de se produire que celles qui se rapprochent de la valeur la plus probable.

Pour la perméabilité à l'air du sol, la fraction d'ouverture dans le plancher et le taux de renouvellement de l'air, les valeurs minimale et maximale sont issues de la bibliographie. Pour les autres paramètres, la plage de variation est proposée par ERG ENVIRONNEMENT.

Une nouvelle grille de calcul a été réalisée avec le modèle JOHNSON & ETTINGER en prenant en compte les valeurs les plus pénalisantes pour les paramètres mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Les valeurs prises en compte sont présentées dans le tableau suivant.

Paramètre	Valeur retenue	Commentaire
ka : Perméabilité à l'air du sol (en m ²)	1.10 ⁻¹⁰ (sable graveleux)	Perméabilité maximale
Fof : fraction d'ouverture dans le plancher du bâtiment (-)	0,0001	Mauvais plancher
ERbat' : taux de renouvellement de l'air (en h ⁻¹)	0,17	Ventilation très mauvaise
T/Tm : Temps de pondération (-)	40 / 70	Valeur max (déjà prise en compte dans l'EQRS)
F : fréquence d'exposition (-)	250 / 365	Nombre de jours d'exposition maximum par an
Ti : Fraction de temps quotidien d'exposition (-)	10 / 24	Nombre d'heures d'exposition maximum par jour

Tableau 15 : Valeurs retenues pour l'étude d'incertitude

Le calcul de risque a été réalisé avec les valeurs les plus majorantes. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Substances	Concentrations maximales mesurées dans les gaz du sol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration modélisée dans l'air du rez-de-chaussée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QD	ERI
BTEX				
Benzène	4,71	1,19E-05	1,29E-03	1,86E-07
Toluène	11,26	2,58E-05	9,89E-06	Pas d'effet sans seuil
Ethylbenzène	7,58	1,92E-05	6,71E-05	2,49E-08
Xylènes	29,27	7,40E-05	3,44E-04	Pas d'effet sans seuil
HCT - aliphatiques				
Aliphatiques >C8 - C10	911,14	2,31E-03	2,72E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C10 - C12	1 558,15	3,94E-03	4,65E-03	Pas d'effet sans seuil
Aliphatiques >C12 - C16	483,21	1,22E-03	1,44E-03	Pas d'effet sans seuil
HCT - aromatiques				
Aromatiques >C7 – C8 (toluène)	11,26	2,80E-05	8,40E-05	Pas d'effet sans seuil
Aromatiques >C8 - C10	163,8	4,14E-04	2,44E-03	Pas d'effet sans seuil
Aromatiques >C10 - C12	335,79	8,50E-04	5,01E-03	Pas d'effet sans seuil
Aromatiques >C12 - C16	104,01	2,63E-04	1,55E-03	Pas d'effet sans seuil
HAP				
naphtalène	2,05	5,18E-06	1,29E-01	1,11E-08
Acénaphthylène	0,02	5,06E-08	Pas d'effet à seuil	1,76E-11
Acénaphtène	0,03	7,58E-08	Pas d'effet à seuil	2,53E-11
COHV				
Trichloroéthylène	7,99	2,00E-05	3,21E-05	4,74E-09
TOTAL			1,48E-01	2,27E-07

Tableau 16 : Niveaux de risques calculés avec les valeurs les plus pénalisantes

Ainsi, même en utilisant des valeurs pénalisantes pour tous les paramètres pris en compte dans l'étude, les valeurs maximales du QD et de l'ERI cumulés pour l'exposition des personnes par inhalation dans le futur bâtiment restent inférieures aux seuils d'acceptabilité définis par le Ministère en charge de l'Environnement. On peut donc conclure à une absence de risque pour les effets à seuil et à un risque acceptable pour les effets sans seuil pour l'exposition par inhalation.

Il est important de noter que cette variabilité des résultats correspond à l'incertitude liée à la modélisation et non à la variabilité des risques réels.

➤ **Conclusion sur le caractère sécuritaire des niveaux de risques calculés**

Étant données les hypothèses conservatrices utilisées pour réaliser les calculs de risque, les résultats obtenus présentent un caractère sécuritaire, ce qui permet de conclure à la

compatibilité du site avec son aménagement et son usage prévus pour l'exposition par inhalation de substances volatiles.

5.3 Recommandations liées à la gestion du site

On rappelle que la circulaire préconise qu'aucun établissement sensible ne soit construit au droit d'un ancien site industriel.

L'EQRS réalisée a toutefois conclu que la présence de composés volatils au droit des sols et des gaz des sols n'engendre pas de risque pour l'exposition des personnes par inhalation de substances volatiles. Les concentrations retrouvées dans les sols et les gaz des sols sont ainsi compatibles avec son usage futur pris en considération dans le cadre de cette étude.

Par conséquent, les sols pourront être maintenus en place en raison de l'absence de risque sanitaire et environnemental mis en évidence (absence d'usage sensible de la nappe dans le secteur, mise en place d'une isolation de surface permettant d'éviter l'infiltration des eaux météoriques). Le projet d'aménagement prévoit en effet l'occupation de la totalité du site par une isolation de surface (bâtiment ou revêtement extérieur).

Les sols impactés qui seront laissés sur site devront être conservés en mémoire afin de garantir l'adéquation entre l'état des milieux et les usages du site. Une information systématique des acquéreurs par le biais des documents d'urbanisme ou fonciers (Conservation des hypothèques) sont nécessaires.

Un dispositif réglementaire de restriction d'usage devra être mis en œuvre pour préciser les modalités d'exploitation et d'entretien éventuellement nécessaires au maintien de la pérennité dans le temps du recouvrement de surface mis en place. Ces dispositifs de restrictions d'usage permettront également d'indiquer les risques, les usages possibles et les mesures à prendre en cas de travaux sur site.

Le choix de certaines voies d'exposition pertinentes au vu du projet d'aménagement défini pour le site implique nécessairement le respect strict des conditions d'aménagement telles qu'elles sont prises en compte dans la présente étude.

En particulier, cela implique que les préconisations suivantes soient appliquées, respectées et pérennes dans le temps :

- cette étude de risques ne prend pas en compte le transfert des substances résiduelles présentes dans les sols vers le réseau d'alimentation en eau potable des bâtiments. Lors de la mise en place de canalisations d'eau potable sur le terrain, il est recommandé d'implanter les canalisations dans une zone de sols sains (teneur naturelle en éléments chimiques) ou dans une zone de sol ayant, si nécessaire, fait l'objet d'une substitution des sols en place (potentiellement impactés) et de mettre en place un lit de sables sains autour du réseau, afin de s'affranchir du risque de transfert potentiel des substances présentes dans le sol. Si le réseau doit être mis en place au niveau d'une zone contaminée, on privilégiera des canalisations en acier qui permettent de limiter le transfert des substances au travers des canalisations (dans les secteurs identifiés comme impactés).
- d'autre part, afin de minimiser au maximum les transferts de substances nocives au travers de la dalle béton constituant le plancher du bâtiment, il est important que les joints de cette dalle et des revêtements soient réalisés de manière méticuleuse lors de la construction du bâtiment. Toute dégradation des joints et d'une manière générale de l'isolation de surface devra être prévenue au cours du temps par un entretien rigoureux,

- de manière générale, l'isolation de surface prévue sur l'ensemble du site (dalle béton du bâtiment, revêtement au droit des espaces extérieurs) devra être mise en place lors de l'aménagement du site. Les dispositions nécessaires seront prises afin d'assurer la pérennité de cette isolation.

Lors de tous travaux de terrassement, les matériaux présents sur le site étant impactés par les métaux lourds et les hydrocarbures, les précautions nécessaires seront prises afin d'assurer la protection des travailleurs qui seront en contact avec les terres impactées identifiées sur le site. Pour cela, sous réserve de validation par le CSPS et/ou par le CHSCT, des mesures de protection de bon sens seront appliquées :

- sensibilisation des travailleurs (information, causeries, ...),
- port des équipements de protection individuelle adéquats (vêtements, chaussures, gants adaptés et appareils respiratoires si nécessaires selon les tâches à réaliser),
- interdiction de manger sur le chantier,
- se laver les mains à chaque interruption de chantier (élimination des poussières),
- interdiction d'introduire cigarettes, allumettes et briquets sur la zone de travail,
- éviter l'exposition aux terres potentiellement souillées (envol de poussières) par la mise en place, par exemple, d'une brumisation des terres
- etc.

En outre, le Maître d'Ouvrage prendra toutes les précautions d'usage (caractérisation, sécurisation,...), notamment en termes de gestion des terres (élimination en centre autorisé si nécessaire). En particulier, le détenteur de ces matériaux vérifiera que la qualité des sols extraits est compatible avec la filière d'élimination qu'il a retenue (ISDI, ISDND, biocentre, ISDD, etc. ...), notamment au droit des zones où des teneurs incompatibles avec une admissibilité en ISDI ont été mesurées.

6. CONCLUSIONS ET PRECONISATIONS

6.1 Synthèse et Conclusion

Par ordre et pour le compte de l'EPAEM, ERG ENVIRONNEMENT a été missionné afin de réaliser une évaluation quantitative des risques sanitaires et un plan de gestion relatif à un projet de construction d'une école élémentaire au droit d'un site localisé au n°152 Rue de Ruffi, 13002 MARSEILLE.

La mission s'inscrit après la démolition des anciens bâtiments d'activité, d'habitation et commerces, dans le cadre de la vente du terrain à un promoteur pour la future construction de logements et d'un groupe scolaire.

La présente mission concerne la partie sud de l'ilot 1A et fait suite au diagnostic initial réalisé par ERG Environnement en juin 2016 (rapport n°16MES157Aa).

L'étude historique avait mis en évidence la présence de plusieurs anciens sites industriels ayant pu influencer la qualité des milieux au droit du site à l'étude :

- Des fonderies de cuivre, bronze et matériaux ferreux ;
- Une usine de brulage de boîtes en fer ;
- Un constructeur de matériel ferroviaire ;
- Une serrurerie / fabrication de matériel électrique ;
- Un garage mécanique avec ancienne cuve à huile ;
- Une société de transport ;
- Une fabrique d'emballages maritimes en bois ;
- Un distributeur de voitures sans permis ;
- Un garage / remorquage supposé.

Les composés traceurs retenus sont les hydrocarbures (HCT, HAP, BTEX), les solvants chlorés, les PCB et les métaux lourds.

La réalisation d'une EQRS et d'un Plan de Gestion s'avère nécessaire en raison de la présence de composés potentiellement volatils mise en évidence au droit de l'emprise du futur groupe scolaire, en partie sud de l'ilot 1A.

La méthode d'étude s'appuie, point par point, sur les préconisations du guide relatif aux Modalités de gestion et de réaménagement des sites (potentiellement) pollués en date du 8 février 2007.

Le Plan de Gestion vise à définir les mesures de gestion et dispositions constructives à mettre en place afin de gérer les sources de pollution et de garantir la compatibilité sanitaire et environnementale des sols du site avec le projet d'aménagement envisagé. Il ne peut, toutefois, se substituer, à une conception fine des éventuels travaux de réhabilitation qui seraient nécessaire afin de rétablir une compatibilité d'usage (mission de type B110).

6.1.1 Investigations réalisées sur le site

Les sondages réalisés en juin 2016 ont mis en évidence la présence de composés potentiellement volatils dans les sols peu profonds en S12 (présence d'anomalie en HCT), S13 (anomalie en COHV – PCE) et S14 (présence d'anomalies en HAP, HCT et mercure), au droit de la future école élémentaire, en partie sud de l'ilot 1A.

En raison de la présence de ces composés volatils retrouvés dans les sols à l'emplacement du futur bâtiment de l'école, le risque d'exposition des futurs usagers par inhalation de composés volatils ne pouvait être écarté à ce stade. Il a été ainsi préconisé la réalisation de prélèvements de gaz des sols au droit du futur bâtiment de l'école dans la zone des sondages S12, S13 et S14 (avec analyses du mercure, des HCT TPH, HAP et COHV) afin de statuer sur la compatibilité d'usage du site.

Des mesures complémentaires de gaz des sols ont ainsi été réalisées en septembre 2016 dans les zones des sondages S12, S13 et S14 ayant révélé la présence de composés volatils lors des investigations de juin 2016.

Les 3 prélèvements ont été réalisés par mise en place d'une canne temporaire à environ 1 m/TN, à l'emplacement du futur bâtiment de l'école.

Les prélèvements ont révélé la présence des HCT aliphatiques et aromatiques, des BTEX, de traces de composés HAP (naphtalène, acénaphylène et acénaphène) et de COHV (le trichloroéthylène) dans les gaz des sols.

En revanche, le mercure n'a pas été retrouvé, ce qui montre que le mercure quantifié dans les sols ne correspond pas à la forme volatile du mercure.

La présence de composés volatils dans les gaz des sols est potentiellement dangereuse pour la santé des futurs occupants du site qui pourraient être exposés par inhalation.

6.1.2 Plan de gestion/EQRS

Des composés volatils, potentiellement dangereux pour la santé des futurs occupants du site qui pourraient être exposés à ces composés par inhalation (remontée des composés volatils depuis les gaz du sol vers l'air ambiant de surface, notamment à l'intérieur du futur bâtiment), ont ainsi été mis en évidence dans les sols et gaz des sols du site.

Une Evaluation des Risques Sanitaires (EQRS) a donc été réalisée dans le but de vérifier la compatibilité entre l'état des milieux et les usages prévus du site, conformément à la circulaire ministérielle en date du 8 février 2007.

En prenant en compte un usage futur d'école élémentaire, avec présence d'un bâtiment de plain-pied donnant sur une cour extérieure revêtue, l'EQRS a conclu à la compatibilité de l'état des milieux avec l'usage projeté pour l'exposition des futurs usagers par inhalation.

Au regard des résultats de l'EQRS et des anomalies en composés organiques et métaux lourds mises en évidence dans les sols et/ou les gaz du sol, les sols pourront être maintenus en place en raison de l'absence de risque sanitaire et environnemental mis en évidence (absence d'usage sensible de la nappe dans le secteur, mise en place d'une isolation de surface permettant d'éviter l'infiltration des eaux météoriques). Le projet d'aménagement prévoit en effet l'occupation de la totalité de la parcelle par une isolation de surface (bâtiment ou revêtement extérieur).

6.2 Préconisations

6.2.1 Préconisation en terme d'aménagement

Au regard des données collectées lors des différentes études menées sur le site et dans la limite des investigations réalisées, le site est compatible avec son usage pris en considération (école élémentaire) en considérant un aménagement avec un bâtiment de plain-pied donnant sur une cour extérieure revêtue.

Le choix de certaines voies d'exposition pertinentes au vu du projet d'aménagement défini pour le site implique nécessairement le respect strict des conditions d'aménagement telles qu'elles sont prises en compte dans la présente étude.

Lors de la mise en place des canalisations d'eau potable sur le terrain, il est préconisé d'implanter les canalisations dans une zone ayant si nécessaire fait l'objet d'une substitution des sols en place et de mettre en place un lit de sablons sains autour du réseau. Par ailleurs, on privilégiera des canalisations en acier.

Il est rappelé que l'exposition par ingestion d'aliments auto-produits (élevages et potagers) n'a pas été prise en compte dans la mesure où aucune culture potagère et fruitière n'est prévue sur le site.

De même, aucune utilisation (puits privé, captage,...) de la nappe souterraine n'a été prise en compte.

6.2.2 Conservation en mémoire des zones polluées et restrictions d'usage

Conformément à la circulaire du 8 février 2007, les sols impactés par les métaux lourds et les hydrocarbures, s'ils sont maintenus en place, devront être conservés en mémoire afin de garantir l'adéquation entre l'état des milieux et les usages du site. Une information systématique des acquéreurs par le biais des documents d'urbanisme ou fonciers (Conservation des hypothèques) sont nécessaires.

Un dispositif réglementaire de restriction d'usage devra être mis en œuvre pour préciser les modalités d'exploitation et d'entretien éventuellement nécessaire au maintien de la pérennité dans le temps de confinement mis en place. Ces dispositifs de restrictions d'usage permettront également d'indiquer les risques, les usages possibles et les mesures à prendre en cas de travaux sur site.

6.2.3 Protection des travailleurs

Les matériaux présents sur le site étant impactés par les métaux lourds et les hydrocarbures, lors de tous travaux, les précautions nécessaires seront prises afin d'assurer la protection des travailleurs qui seront en contact avec les terres impactées identifiées sur le site. Pour cela, sous réserve de validation par le CSPS et/ou par le CHSCT, des mesures de protection de bon sens seront appliquées :

- sensibilisation des travailleurs (information, causeries, ...),

- port des équipements de protection individuelle adéquats (vêtements, chaussures, gants adaptés et appareils respiratoires si nécessaires selon les tâches à réaliser),
- interdiction de manger sur le chantier,
- se laver les mains à chaque interruption de chantier (élimination des poussières),
- interdiction d'introduire cigarettes, allumettes et briquets sur la zone de travail,
- éviter l'exposition aux terres potentiellement souillées (envol de poussières) par la mise en place, par exemple, d'une brumisation des terres
- etc.

➤ Préconisations générales

Lors de tous travaux d'aménagement, le Maître d'Ouvrage prendra toutes les précautions d'usage (caractérisation, sécurisation,...), notamment en termes de gestion des terres (élimination en centre autorisé si nécessaire).

En particulier, le détenteur de ces matériaux vérifiera que la qualité des sols extraits est compatible avec la filière d'élimination qu'il a retenue (ISDI, ISDND, biocentre, ISDD, etc. ...), notamment au droit des zones où des teneurs incompatibles avec une admissibilité en ISDI ont été mesurées.

6.3 Limites de l'étude

La présente étude est établie dans la limite des investigations réalisées. Elle n'est valable que pour l'aménagement et l'usage pris en compte. Le schéma conceptuel d'exposition devra être adapté en conséquence afin de réaliser une nouvelle étude de risques, et de mettre en place un plan de gestion en adéquation avec le nouvel aménagement proposé pour le site si une modification de son usage et/ou de sa configuration (par rapport à l'usage tel qu'il a été pris en compte dans le présent rapport) était envisagée.

La présente étude n'a pas pour vocation de se prononcer sur la décision finale quant à la gestion du site dans le cadre d'un permis de construire. Elle constitue est un outil d'aide à la décision qui ne constitue nullement un quitus. Elle est à but prédictif et elle a pour objectif final d'aider à définir des orientations générales quant à la gestion sanitaire et environnementale du site au regard des options d'aménagement envisagées.

Dans tous les cas, les conclusions et recommandations émises dans le présent rapport devront être adaptées en fonction du projet d'aménagement définitif, et principalement en cas de tout changement d'usage ou modification du projet.

L'étude et les conclusions sont élaborées en l'état actuel des données réglementaires et des valeurs de bruit de fond (valeurs de comparaison), scientifiques (valeurs toxicologiques de référence) et techniques (méthodes de prélèvements et d'analyses notamment). Elles reposent donc sur les connaissances disponibles au moment de la rédaction de la présente étude.

Aurélie PIGHIERA
Chef de projet

ANNEXES

A1. DONNEES GENERALES

- A1.1 Localisation du site sur un extrait de la carte IGN
- A1.2 Plan cadastral

A2. DONNEES DE TERRAIN ET DONNEES ANALYTIQUES DE JUIN 2016

- A2.1 Plan d'implantation des investigations de sol réalisées
- A2.2 Tableaux de synthèse des résultats d'analyses de sol
- A2.3 Localisation des anomalies en composés volatils

A3. DONNEES DE TERRAIN ET DONNEES ANALYTIQUES DE SEPTEMBRE 2016

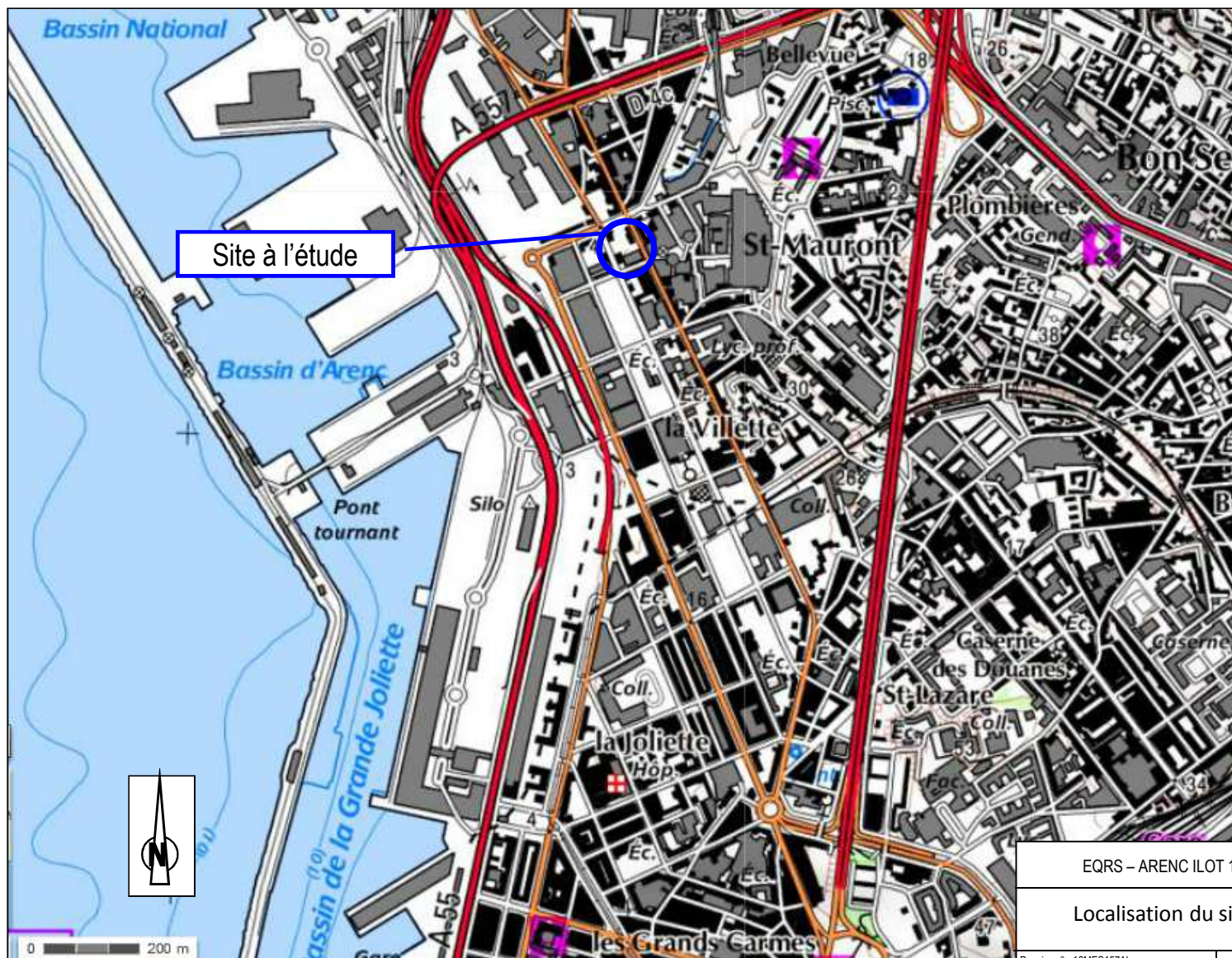
- A3.1 Plan d'implantation des investigations réalisées
- A3.2 Fiches de prélèvement des gaz du sol
- A3.3 Bordereaux d'analyses des gaz du sol

A4. ANNEXES TECHNIQUES SUR L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

- A4.1 Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires
- A4.2 Étude des incertitudes et étude de sensibilité

A1	DONNEES GENERALES
----	-------------------

A1.1	Localisation du site sur un extrait de carte IGN
-------------	---





Site à l'étude

EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		
Localisation du site sur carte IGN		
Dossier n° : 16MES157Ab Etabli par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 21/04/2016	

A1.2	Plan cadastral
-------------	-----------------------

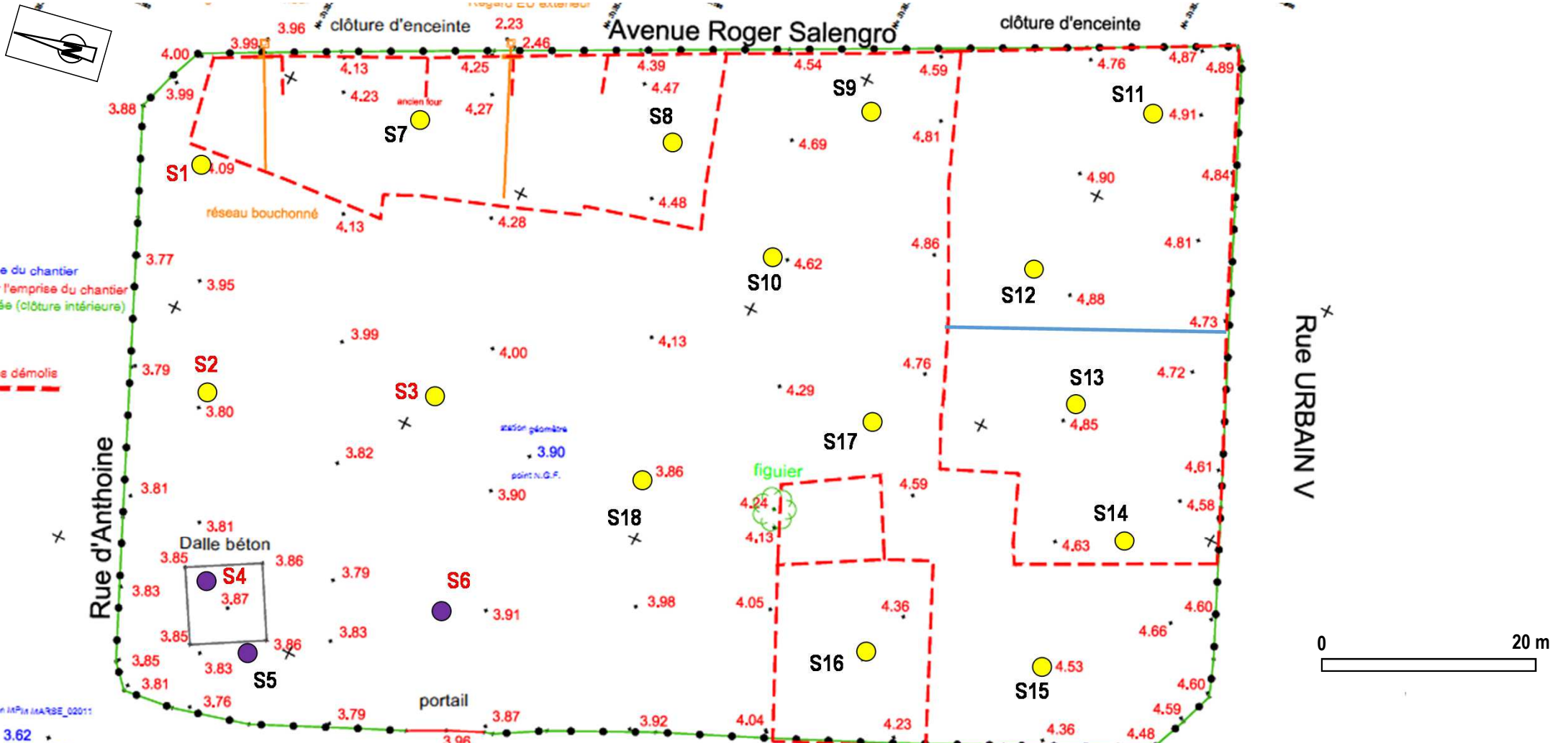
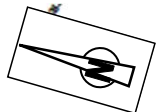


Site à l'étude

EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		
Parcelles cadastrales		
Dossier n° : 16MES157Ab Etabli par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 21/04/2016	

A2	DONNEES DE TERRAIN ET ANALYTIQUES DE JUIN 2016
-----------	---

A2.1	Plan d'implantation des investigations de sol réalisées
-------------	--



- Sondages à la tarière mécanique à 6 m/TN
- Sondages à la tarière mécanique à 3 m/TN
- SD5 Sondages pour caractérisation déblais

EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		
Implantation des investigations réalisées en juin 2016		
Dossier n° : 16MES157Ab Établi par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 21/06/2016	



avenue Roger Salengro

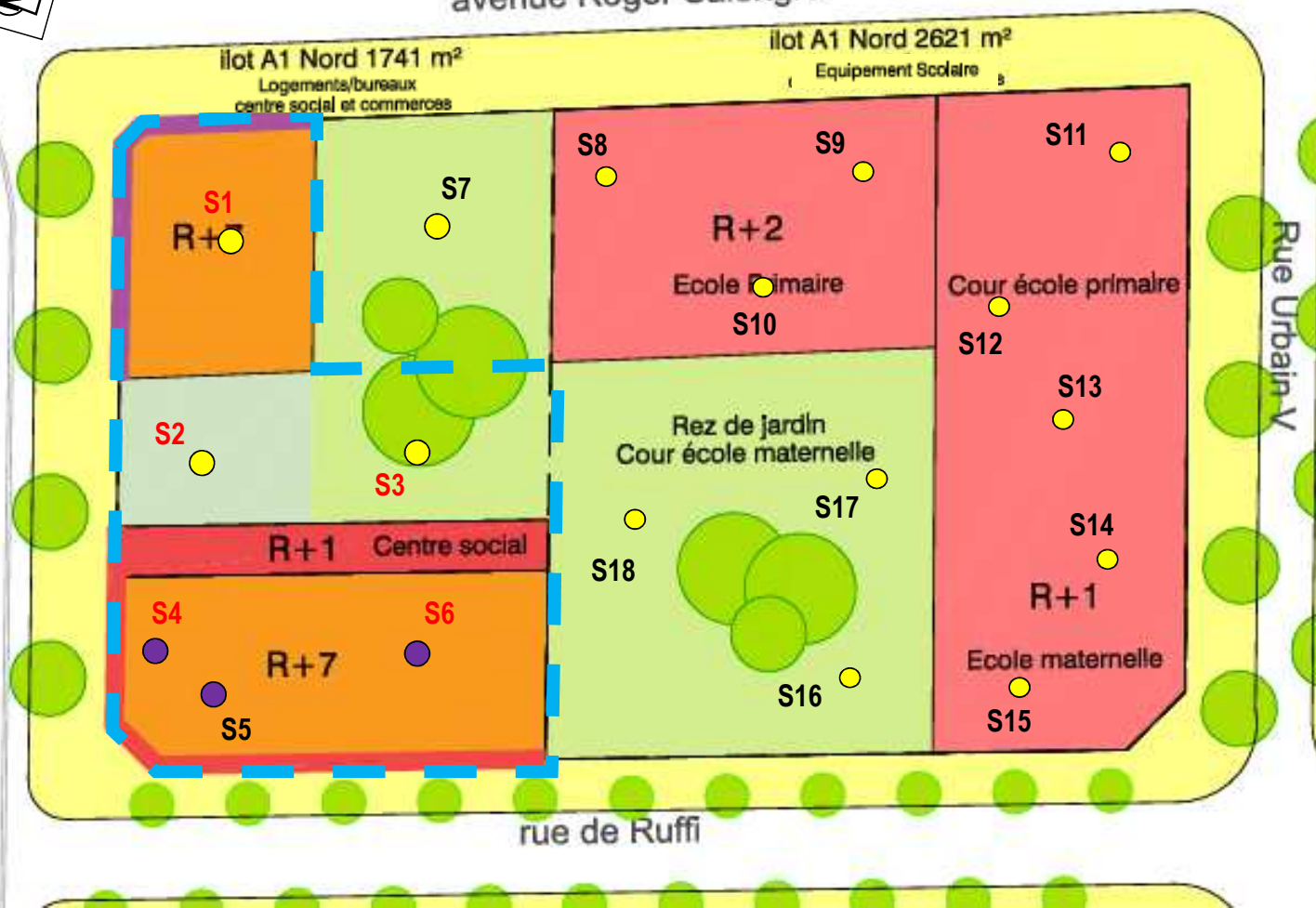
ilot A1 Nord 1741 m²
Logements/bureaux
centre social et commerces

ilot A1 Nord 2621 m²
Equipement Scolaire

Rue d'Anthoine

Rue Urbain V

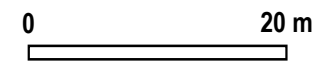
rue de Ruffi



- Sondages à la tarière mécanique à 6 m/TN
- Sondages à la tarière mécanique à 3 m/TN
- SD5 Sondages pour caractérisation déblais



Emprise du futur sous-sol

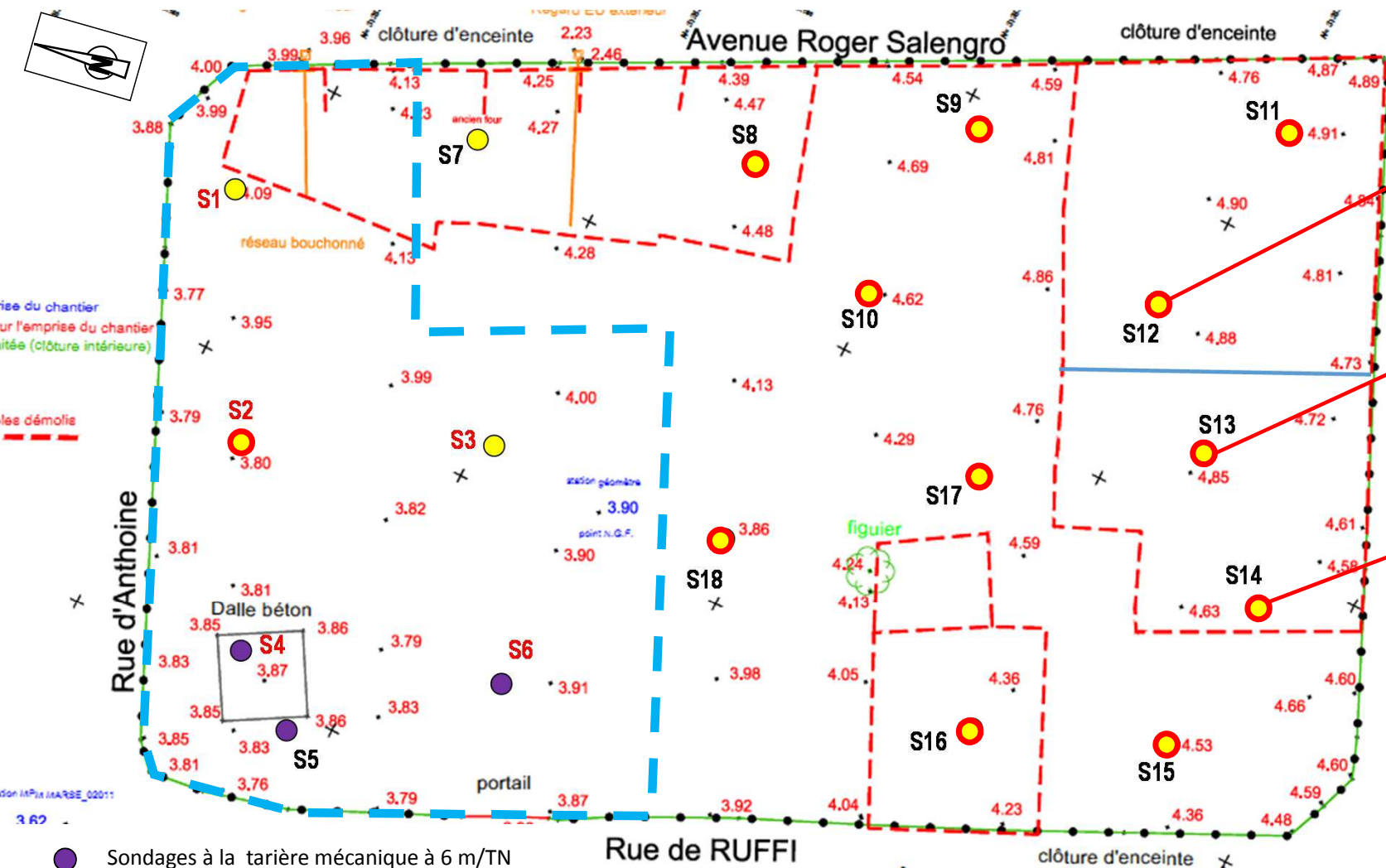
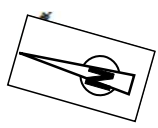


EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		
Implantation des investigations réalisées en juin 2016		
Dossier n° : 16MES157Ab Etabli par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 21/04/2016	

A2.2	Tableaux de synthèse des résultats d'analyses de sol
-------------	---

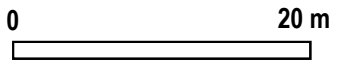
Référence EURO		ASPTET - Gamme de valeurs des "anomalies naturelles modérées"																		INDIQUASOL 0-30 cm	INDIQUASOL 30-50 cm	Arrêté du 12/12/14	décision n°2003/33/CE du 19/12/02					
Paramètres		Référence Cse																		seuil ISDI	ISDND	ISOD						
Tests	Unités	S8 (1,5-3,0)	S9 (0,1-5)	S10 (0,1-5)	S10 (1,5-3,0)	S11 (0,1-5)	S11 (1,5-3,0)	S12 (0,1-5)	S12 (1,5-3,0)	S13 (0,1-1,5)	S13 (1,5-2,2)	S13 (2,2-3,0)	S14 (0,1-0,8)	S14 (0,8-2,2)	S14 (2,2-3,0)	S15 (0,4-1,7)	S15 (1,7-3,0)	S16 (0,6-1,3)	S16 (1,3-3,0)	S17 (0,1-1,5)	S17 (2,2-3,0)	S18 (0,1-1,5)						
Métaux lourds et métalloïdes	Arsenic (As)	5,96	8,09	8,74	9,69	47,8	29,5	12	27,5	36,5	13,7	33,7	24,6	19,4	8,3	5,32	6,72	13,5	7,65	48,8	10,9	30 à 60	-	-				
	Cadmium (Cd)	0,4	0,45	0,57	0,65	1,1	0,49	1,11	1,93	1,39	<0,40	<0,40	1,04	1,26	5,96	<0,40	<0,40	0,86	0,71	3,99	0,89	0,7 à 2	-	-				
	Chromé (Cr)	5	16,2	9,16	10,4	10,4	20,8	38,5	14,1	17	25,4	15,1	12,6	34,4	29,2	13,4	17,7	17,1	35,7	15,1	47,8	12,9	90 à 150	1.014	0.8575			
	Cuivre (Cu)	5	22,6	41,7	29,9	34,7	275	139	116	289	417	212	111	80,1	103	236	33,9	12,6	19,9	74,8	118	10400	74,1	20 à 62	61.585	72.725		
	Nickel (Ni)	1	7,64	6,73	6,96	8,12	24,2	20,1	9,82	16,7	56,9	20	16,4	11,7	15,5	17,8	9,69	7,43	11,5	15,3	9,88	27,1	10,9	60 à 130	96.55	58.6		
	Plomb (Pb)	5	68,4	115	124	112	946	409	279	1010	759	203	330	412	316	384	61,2	34,1	61,6	151	184	34600	142	60 à 90	75.075	81.75		
	Zinc (Zn)	5	201	299	261	283	1230	491	710	1970	998	120	100	604	511	647	38,5	16,2	111	725	260	9060	379	100 à 250	160.5475	160.315		
	Mercure (Hg)	0,1	0,53	0,64	0,52	0,67	2,47	1,25	0,75	0,93	1,87	0,95	0,64	29,4	11,7	2,44	0,44	1,06	0,12	0,63	0,38	1,38	0,79	2,3	-	-		
Hydrocarbures totaux (4 tranches) (C10-C40)	Indice Hydrocarbures (C10-C40)	15	224	114	93,7	157	118	92,3	279	1500	128	51,8	43,5	530	515	1210	52,8	<15,0	<15,0	<15,0	71,8	239	56,2	-	-	500	-	
	HCT (nC10 - nC16) (Calcul)	mg/kg MS	1,95	2,04	4,34	4,45	5,79	9,66	2,79	52,3	7,71	2,23	0,86	9,41	9,89	11,7	0,65	<4,00	<4,00	<4,00	1,89	5,8	1,6	-	-	-	-	
	HCT (nC16 - nC22) (Calcul)	mg/kg MS	14,2	18,6	19,9	28,8	26,2	19,6	56,8	531	24,2	7,25	6,06	91,2	110	176	6,42	<4,00	<4,00	<4,00	11,4	35,4	13,4	-	-	-	-	
	HCT (nC22 - nC30) (Calcul)	mg/kg MS	47,8	55,4	35,1	58,3	55,2	37,1	90,3	702	58,3	21	19	220	232	702	22,8	<4,00	<4,00	<4,00	29,4	115	26,6	-	-	-	-	
	HCT (nC30 - nC40) (Calcul)	mg/kg MS	160	38,4	34,4	65,2	30,8	26	129	217	38	21,3	17,6	209	164	322	22,9	<4,00	<4,00	<4,00	29,1	82,3	14,6	-	-	-	-	
Découpage 8 tranches HCT-CPG nC10 à nC40 (%)	> C10 - C12 inclus	%						0,04	1,32															-	-	-	-	
	> C12 - C16 inclus	%						0,96	2,16															-	-	-	-	
	> C16 - C20 inclus	%						11,3	19,87															-	-	-	-	
	> C20 - C24 inclus	%						18,42	30,49															-	-	-	-	
	> C24 - C28 inclus	%						16,51	23,32															-	-	-	-	
	> C28 - C32 inclus	%						11,71	13,89															-	-	-	-	
	> C32 - C36 inclus	%						9,33	6,23															-	-	-	-	
	> C36 - C40 exclus	%						31,73	2,72															-	-	-	-	
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (16 HAPs)	Naphtalène	mg/kg MS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,17	0,37	<0,05	<0,05	<0,05	0,14	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,23	<0,05	-	-	-	
	Acénaphthylène	mg/kg MS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,055	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,26	<0,05	-	-	-	
	Acénaphthène	mg/kg MS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,3	<0,05	-	-	-	
	Fluorène	mg/kg MS	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,26	<0,05	-	-	-	
	Phénanthrène	mg/kg MS	0,05	0,17	0,3	0,16	0,39	1,2	0,92	0,44	0,31	0,75	0,13	4,3	5,3	1,5	0,93	<0,05	<0,05	0,087	0,72	2,6	0,05	0,15	-	-	-	
	Anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05	0,15	0,067	0,077	0,22	0,065	0,15	0,09	0,16	<0,05	0,13	2,4	1,6	0,46	<0,05	<0,05	<0,05	0,16	<0,3	<0,05	<0,05	-	-	-	
	Fluoranthène	mg/kg MS	0,05	0,7	0,57	0,31	0,45	1,9	0,54	0,72	0,55	1,5	0,12	8,2	9,6	1,7	0,65	<0,05	<0,05	<0,05	0,15	0,11	1,2	2,4	0,32	-	-	
	Pyrrène	mg/kg MS	0,05	0,47	0,45	0,23	0,4	1,2	0,52	0,63	0,47	1	0,11	6,3	8	1,6	0,067	<0,05	<0,05	0,15	0,11	1	1,5	0,28	-	-	-	
	Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,05	0,3	0,35	0,14	0,17	0,87	0,32	0,28	0,19	0,59	<0,05	0,11	2,8	4	0,87	0,059	<0,05	0,083	0,083	0,5	0,77	0,19	-	-	-	
	Chrysène	mg/kg MS	0,05	0,52	0,52	0,22	0,24	1,2	0,44	0,39	0,3	0,87	0,096	0,17	4,5	5,3	1,1	0,078	<0,05	0,12	0,11	0,64	1,1	0,26	-	-	-	
	Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,05	0,43	0,73	0,26	0,29	1,5	0,6	0,41	0,41	1	0,15	0,19	4,8	5,3	1,4	0,055	<0,05	0,093	0,11	0,87	1,5	0,27	-	-	-	
	Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,05	0,14	0,24	0,086	0,18	0,54	0,16	0,3	0,12	0,31	0,12	0,064	1,7	2,4	0,45	<0,05	<0,05	<0,05	0,23	0,32	0,1	-	-	-	-	
	Benzo(a)pyrrène	mg/kg MS	0,05	0,17	0,43	0,14	0,24	0,67	0,22	0,32	0,24	0,52	0,086	3,4	4,2	0,96	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,51	0,64	0,12	-	-	-	-	
	Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	0,05	<0,05	0,15	<0,05	0,21	0,19	0,1	0,23	0,062	0,15	<0,05	<0,05	0,58	0,97	0,2	0,056	<0,05	<0,05	0,15	0,46	0,055	-	-	-	-	
	Benzo(ghi)perylène	mg/kg MS	0,05	0,16	0,28	0,097	0,19	0,33	0,17	0,27	0,33	0,058	0,065	2,1	2,9	0,62	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	0,42	0,82	0,083	-	-	-	-	
	Indène (1,2,3-cd) Pyrrène	mg/kg MS	0,05	0,22	0,46	0,14	0,3	0,42	0,18	0,42	0,31	0,36	0,12	0,082	3,2	4,4	0,87	0,068	<0,05	<0,05	0,5	0,85	0,12	-	-	-	-	
	Somme des HAP	mg/kg MS	3,28<x<3,58	4,63<x<4,83	1,85<x<2,1	3,037<x<3,237	10,47<x<10,56	4,605<x<4,755	4,56<x<4,76	3,282<x<3,482	7,68<x<7,83	0,99<x<1,34	1,186<x<1,486	44,28<x<45,22	54,47<x<54,52	11,98<x<12,03	0,612<x<0,962	<0,8	0,696<x<1,196	0,61<x<1,11	6,9<x<7,1	12,76<x<14,11	1,948<x<2,198	50	-	-	-	
PCB congénères réglementaires (7 composés) [Brut]	PCB 28	mg/kg MS	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-
	PCB 52	mg/kg MS	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-
	PCB 101	mg/kg MS	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-
	PCB 118	mg/kg MS	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	-
	PCB 138	mg/kg MS	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-
	PCB 153	mg/kg MS	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-
	PCB 180	mg/kg MS	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01</																					

A2.3	Localisation des anomalies en composés volatils
-------------	--



- Sondages à la tarière mécanique à 6 m/TN
- Sondages à la tarière mécanique à 3 m/TN
- SD5 Sondages pour caractérisation déblais
- Anomalies en métaux lourds (hors mercure)

 Emprise du futur sous-sol



SC12 (1,5-3,0)
[HCT]= 1 500 mg/kg (C16-C30)

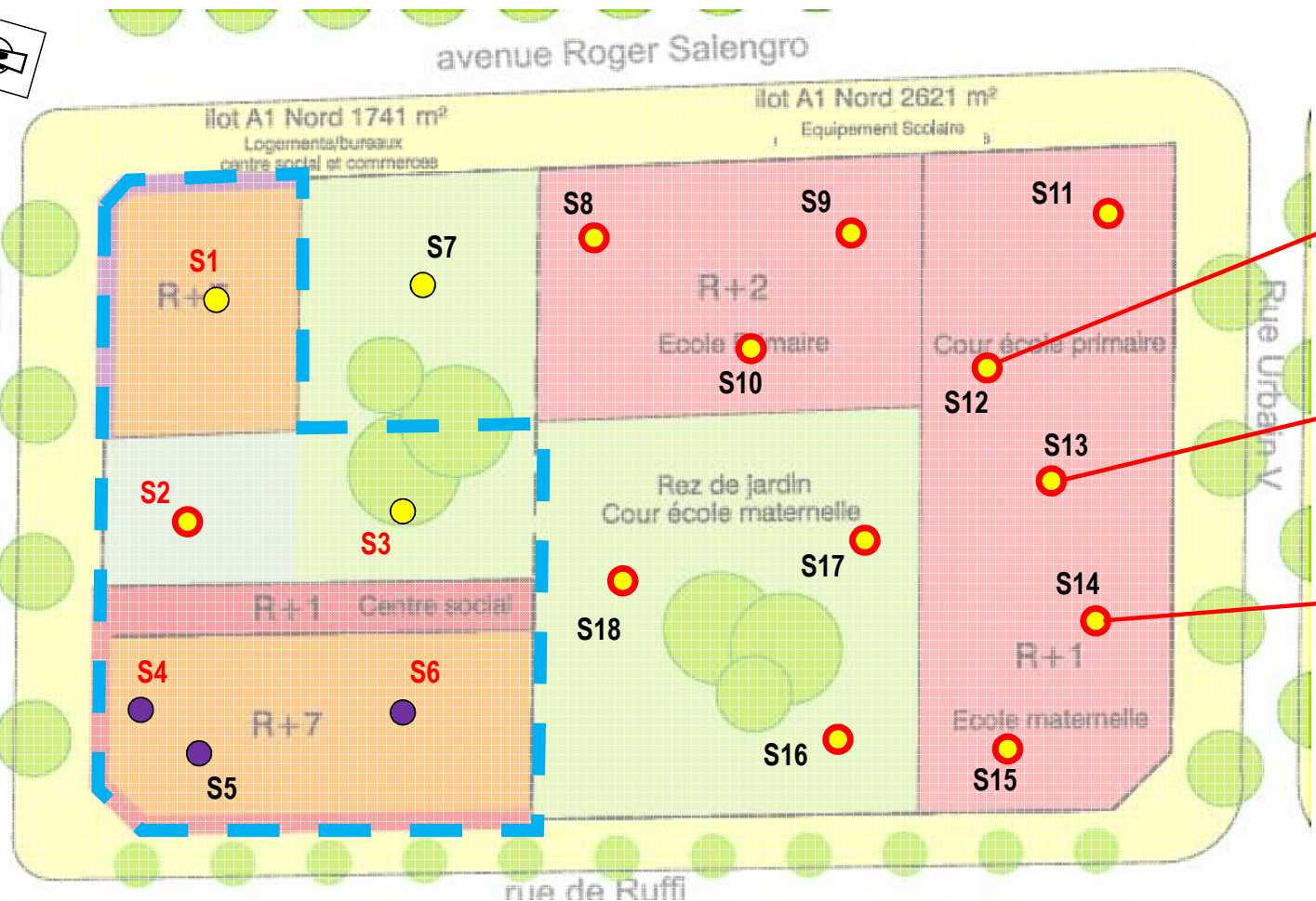
SC13 (0,1-1,5)
[PCE]= 0,07 mg/kg

SC14 (0,1-0,8)
[HCT]= 530 mg/kg (C22-C40)
[Hg]= 29,4 mg/kg MS

SC14 (0,8-2,2)
[HCT]= 515 mg/kg (C22-C40)
[HAP]= 54,52 mg/kg
[Hg]= 11,7 mg/kg MS

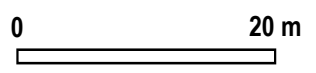
SC14 (2,2-3,0)
[HCT]= 1 210 mg/kg (C22-C40)
[Hg]= 2,44 mg/kg MS

EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		
Localisation des anomalies en composés volatils		
Dossier n° : 16MES157Ab Etabli par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 10/10/2016	



- Sondages à la tarière mécanique à 6 m/TN
- Sondages à la tarière mécanique à 3 m/TN
- SD5** Sondages pour caractérisation déblais
- Anomalies en métaux lourds (hors mercure)

Emprise du futur sous-sol



SC12 (1,5-3,0)
[HCT]= 1 500 mg/kg (C16-C30)

SC13 (0,1-1,5)
[PCE]= 0,07 mg/kg

SC14 (0,1-0,8)
[HCT]= 530 mg/kg (C22-C40)
[Hg]= 29,4 mg/kg MS

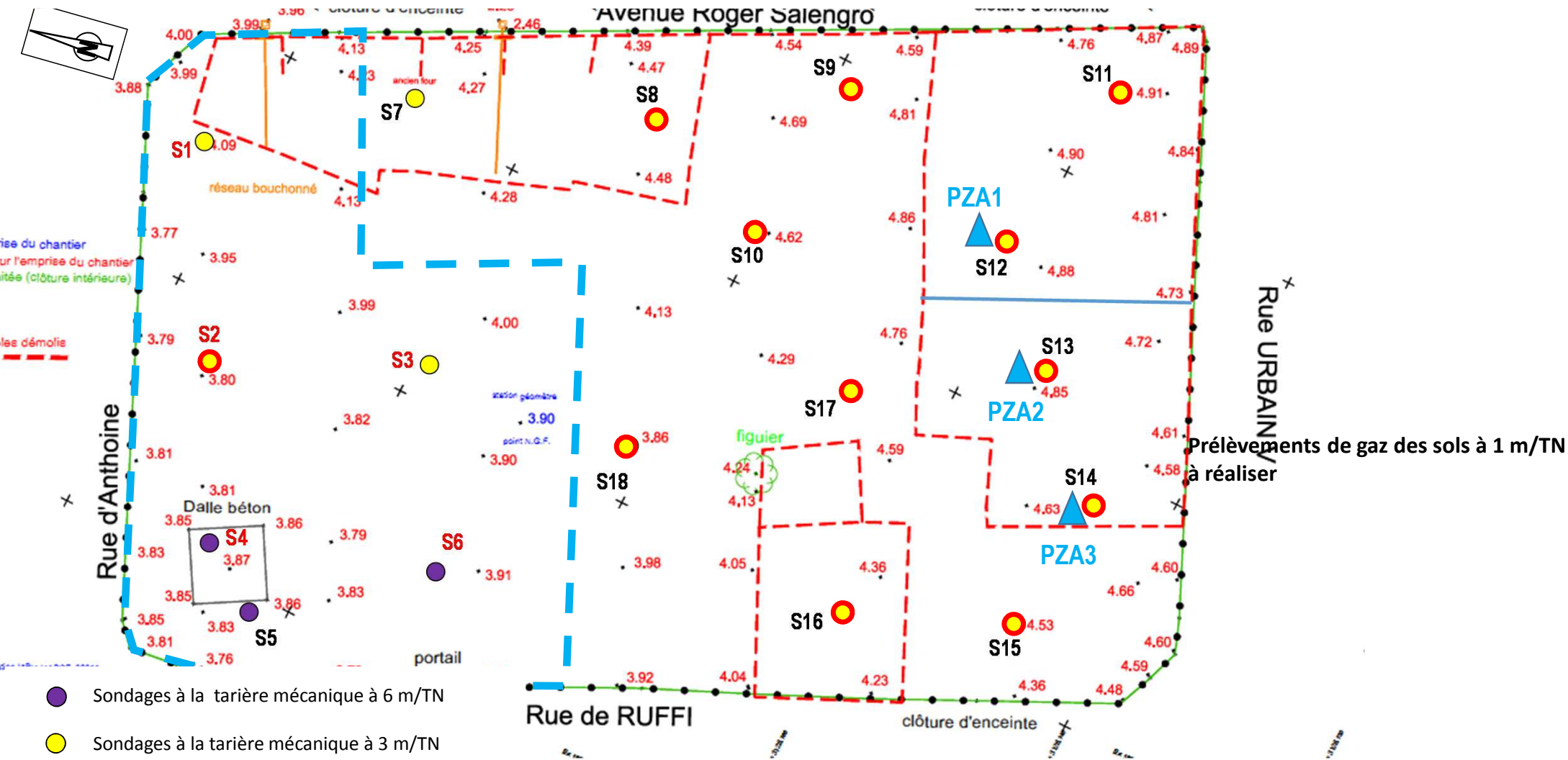
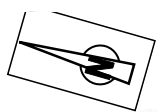
SC14 (0,8-2,2)
[HCT]= 515 mg/kg (C22-C40)
[HAP]= 54,52 mg/kg
[Hg]= 11,7 mg/kg MS

SC14 (2,2-3,0)
[HCT]= 1 210 mg/kg (C22-C40)
[Hg]= 2,44 mg/kg MS

EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		
Localisation des anomalies en composés volatils sur plan de projet		
Dossier n° : 16MES157Ab Etabli par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 10/10/2016	

A3	DONNEES DE TERRAIN ET ANALYTIQUES DE SEPTEMBRE 2016
-----------	--

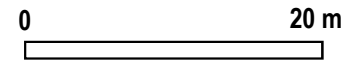
A3.1	Plan d'implantation des investigations réalisées
-------------	---



Prélèvements de gaz des sols à 1 m/TN à réaliser

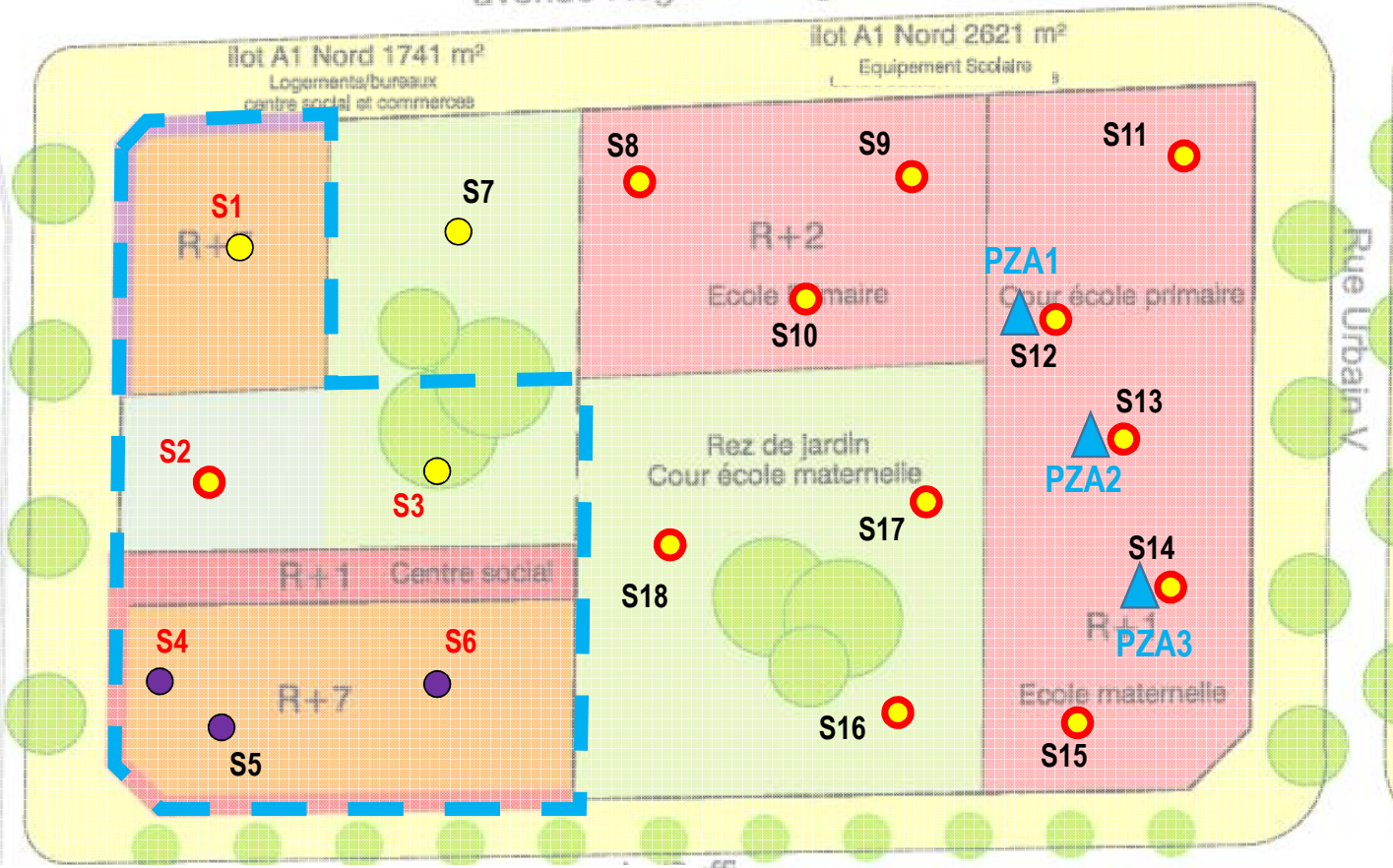
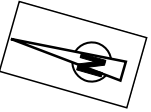
- Sondages à la tarière mécanique à 6 m/TN
- Sondages à la tarière mécanique à 3 m/TN
- SD5 Sondages pour caractérisation déblais
- Anomalies en métaux lourds (hors mercure)
- ▲ Prélèvement de gaz des sols

 Emprise du futur sous-sol



EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		
Localisation des prélèvements de gaz des sols réalisés		
Dossier n° : 16MES157Ab Etabli par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 10/10/2016	

avenue Roger Salengro



- Sondages à la tarière mécanique à 6 m/TN
- Sondages à la tarière mécanique à 3 m/TN
- SD5 Sondages pour caractérisation déblais
- Anomalies en métaux lourds (hors mercure)
- ▲ Prélèvement de gaz des sols

 Emprise du futur sous-sol



EQRS – ARENC ILOT 1A – MARSEILLE (13)		EUROMÉDITERRANÉE
Localisation des prélèvements de gaz des sols réalisés sur plan de projet		
Dossier n° : 16MES157Ab Etabli par : AP Version : 1.0	Echelle : graphique Date : 10/10/2016	ERG ENVIRONNEMENT

A3.2	Fiches de prélèvement des gaz du sol
-------------	---

FICHE DE PRELEVEMENT GAZ DU SOL



59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel :04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

NOM DU SITE :	ILOT 1A
N° échantillon : (identification)	PZA1 / zone S12
N° DOSSIER	16MES157Ab

NOM DE L'OPERATEUR :	QCt	DATE	20/09/2016
----------------------	------------	------	-------------------

Photo du point de prélèvement avec dispositif en place



CONTEXTE ATMOSPHERIQUE

	Température (C°)	Pression (hPa)	Hygrométrie (%)
DEBUT	25,5	1011	44
FIN	30,9	101	31

OBSERVATIONS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

Profondeur / tête piézair (m) :	1,1
Diamètre intérieur (mm) :	28
Hauteur tubage / sol (m) :	0,9
Volume d'air mort de l'ouvrage (L) :	0
Cote piezair (m) NGF/relative :	-
Profondeur du prélèvement (m)	0,5
Présence odeur ? :	RS
Présence d'eau ? :	RAS
Mesure PID avant/après :	0 0
Présence recouvrement ? :	Non
Epaisseur : - Localisation :	-
Typologie pièce sus-jacente :	-

PURGE DE L'OUVRAGE

Durée (min) :	5	Volume d'air purgé (L) :	5
Débit (l/min) :	1		

PRELEVEMENT / ANALYSE : TPH HCT BTEXN COHV sur TCA 100/50

0,2 l / min - 4h

Type de support	TCA 100-50	Référence support :	5681926192
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,214	Numéro de pompe :	P81
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	0,221	Débit de pompage (L/min) :	0,2175
Heure de début de prélèvement	12h20	Tps de pompage (min) :	240
Heure de fin de prélèvement	16h20	Volume total purgé (L) :	52,2

PRELEVEMENT / ANALYSE : 15HAP sur XAD 2

1 l / min - 4 h

Type de support	XAD-2	Référence support :	6448800906
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,995	Numéro de pompe :	P084
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	0,962	Débit de pompage (L/min) :	0,9785
Heure de début de prélèvement	12h20	Tps de pompage (min) :	240
Heure de fin de prélèvement	16h20	Volume total purgé (L) :	234,84

PRELEVEMENT / ANALYSE : MERCURE sur TCA 100/50

0,6 l / min - 5h30

Type de support	TCA 100/50	Référence support :	5681926188
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,596	Numéro de pompe :	P177
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	0,588	Débit de pompage (L/min) :	0,592
Heure de début de prélèvement	12h20	Tps de pompage (min) :	330
Heure de fin de prélèvement	17h50	Volume total purgé (L) :	195,36

Condition de réalisation :

AUTRES REMARQUES :

Echantillon	Analyses	Conditionnement/volume	Date d'envoi	Conditions de transport	Identification du laboratoire
	TPH HCT BTEX COHV Naphtalène	TCA 100-50		Papier bulle, sachets plastiques glacière et transporteur	EUROFINS
	15 HAP	XAD 2			
	Mercure	TCA 100-50			

FICHE DE PRELEVEMENT GAZ DU SOL



59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel :04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

NOM DU SITE :	ILOT 1A
N° échantillon : (identification)	PZA2 / zone S13
N° DOSSIER	16MES157Ab

NOM DE L'OPERATEUR :	QCt	DATE	20/09/2016
----------------------	------------	------	-------------------

Photo du point de prélèvement avec dispositif en place



CONTEXTE ATMOSPHERIQUE

	Température (C°)	Pression (hPa)	Hygrométrie (%)
DEBUT	25,5	1011	44
FIN	30,9	101	31

OBSERVATIONS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

Profondeur / tête piézair (m) :	0,7
Diamètre intérieur (mm) :	28
Hauteur tubage / sol (m) :	0,2
Volume d'air mort de l'ouvrage (L) :	0
Cote piezair (m) NGF/relative :	-
Profondeur du prélèvement (m)	0,4
Présence odeur ? :	RAS
Présence d'eau ? :	RAS
Mesure PID avant/après :	0 0
Présence recouvrement ? :	Non
Epaisseur :	-
Localisation :	-
Typologie pièce sus-jacente :	-

PURGE DE L'OUVRAGE

Durée (min) :	5	Volume d'air purgé (L) :	5
Débit (l/min) :	1		

PRELEVEMENT / ANALYSE : TPH HCT BTEXN COHV sur TCA 100/50

0,2 l / min - 4h

Type de support	TCA 100-50	Référence support :	5681926193
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,203	Numéro de pompe :	P085
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	0,197	Débit de pompage (L/min) :	0,2
Heure de début de prélèvement	12h30	Tps de pompage (min) :	240
Heure de fin de prélèvement	16h30	Volume total purgé (L) :	48

PRELEVEMENT / ANALYSE : 15HAP sur XAD 2

1 l / min - 4 h

Type de support	XAD-2	Référence support :	6448800904
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	1,009	Numéro de pompe :	P185
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	1,046	Débit de pompage (L/min) :	1,0275
Heure de début de prélèvement	12h30	Tps de pompage (min) :	240
Heure de fin de prélèvement	16h30	Volume total purgé (L) :	246,6

PRELEVEMENT / ANALYSE : MERCURE sur TCA 100/50

0,6 l / min - 5h30

Type de support	TCA 100/50	Référence support :	6341775683
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,594	Numéro de pompe :	P178
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	0,587	Débit de pompage (L/min) :	0,5905
Heure de début de prélèvement	12h30	Tps de pompage (min) :	330
Heure de fin de prélèvement	18h00	Volume total purgé (L) :	194,865

Condition de réalisation :

AUTRES REMARQUES :

Echantillon	Analyses	Conditionnement/volume	Date d'envoi	Conditions de transport	Identification du laboratoire
	TPH HCT BTEX COHV Naphtalène	TCA 100-50		Papier bulle, sachets plastiques glacière et transporteur	EUROFINS
	15 HAP	XAD 2			
	Mercure	TCA 100-50			

FICHE DE PRELEVEMENT GAZ DU SOL



59 Av. André Roussin
13016 MARSEILLE
Tel :04 95 06 90 66
Fax :04 91 03 65 58

NOM DU SITE :	ILOT 1A
N° échantillon : (identification)	PZA3 / zone S14
N° DOSSIER	16MES157Ab

NOM DE L'OPERATEUR :	QCt	DATE	20/09/2016
----------------------	------------	------	-------------------

Photo du point de prélèvement avec dispositif en place



CONTEXTE ATMOSPHERIQUE

	Température (C°)	Pression (hPa)	Hygrométrie (%)
DEBUT	<u>25,5</u>	<u>1011</u>	<u>44</u>
FIN	<u>30,9</u>	<u>101</u>	<u>31</u>

OBSERVATIONS ET CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

Profondeur / tête piézair (m) :	0,7
Diamètre intérieur (mm) :	28
Hauteur tubage / sol (m) :	0,2
Volume d'air mort de l'ouvrage (L) :	0
Cote piezair (m) NGF/relative :	-
Profondeur du prélèvement (m)	0,4
Présence odeur ? :	RAS
Présence d'eau ? :	RAS
Mesure PID avant/après :	0 0
Présence recouvrement ? :	Non
Epaisseur : - Localisation : -	
Typologie pièce sus-jacente :	-

PURGE DE L'OUVRAGE

Durée (min) :	5	Volume d'air purgé (L) :	5
Débit (l/min) :	1		

PRELEVEMENT / ANALYSE : TPH HCT BTEXN COHV sur TCA 100/50

0,2 l / min - 4h

Type de support	TCA 100-50	Référence support :	6341775690
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,208	Numéro de pompe :	P181
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	0,199	Débit de pompage (L/min) :	0,2035
Heure de début de prélèvement	12h40	Tps de pompage (min) :	240
Heure de fin de prélèvement	16h40	Volume total purgé (L) :	48,84

PRELEVEMENT / ANALYSE : 15HAP sur XAD 2

1 l / min - 4 h

Type de support	XAD-2	Référence support :	6448800909
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,996	Numéro de pompe :	P088
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	1,03	Débit de pompage (L/min) :	1,013
Heure de début de prélèvement	12h40	Tps de pompage (min) :	240
Heure de fin de prélèvement	16h40	Volume total purgé (L) :	243,12

PRELEVEMENT / ANALYSE : MERCURE sur TCA 100/50

0,6 l / min - 5h30

Type de support	TCA 100/50	Référence support :	6341775685
Débit de pompage en début de prélèvement (l/min)	0,595	Numéro de pompe :	P184
Débit de pompage en fin de prélèvement (l/min)	0,589	Débit de pompage (L/min) :	0,592
Heure de début de prélèvement	12h40	Tps de pompage (min) :	325
Heure de fin de prélèvement	18h05	Volume total purgé (L) :	192,4

Condition de réalisation :

AUTRES REMARQUES :

Echantillon	Analyses	Conditionnement/volume	Date d'envoi	Conditions de transport	Identification du laboratoire
	TPH HCT BTEX COHV Naphtalène	TCA 100-50		Papier bulle, sachets plastiques glacière et transporteur	EUROFINS
	15 HAP	XAD 2			
	Mercure	TCA 100-50			

A3.3	Bordereaux d'analyses des gaz du sol
-------------	---

ERG ENVIRONNEMENT
Madame Aurélie PIGHIERA
 59 Avenue André Roussin
 13016 MARSEILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

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

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Air ambiant	(AIA)	PZA1-TCA-5681926192
002	Air ambiant	(AIA)	PZA1-XAD2-6448800906
003	Air ambiant	(AIA)	PZA1-TCA-Mercure-5681926188
004	Air ambiant	(AIA)	PZA2-TCA-5681926193 4
005	Air ambiant	(AIA)	PZA2-XAD2-6448800904 (cassé)
006	Air ambiant	(AIA)	PZA1-TCA-Mercure-6341775683
007	Air ambiant	(AIA)	PZA3-TCA-6341775690
008	Air ambiant	(AIA)	PZA3-XAD2-6448800909
009	Air ambiant	(AIA)	PZA3-TCA-Mercure-6341775685
010	Air ambiant	(AIA)	BLANC-TCA-6341775681
011	Air ambiant	(AIA)	BLANC-XAD2-6448800903 (cassé)
012	Air ambiant	(AIA)	BLANC-TCA-Mercure-6341775688

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PZA1-TCA-56 81926192	PZA1-XAD2-6 448800906	PZA1-TCA-Me rcure-568192 6188	PZA2-TCA-56 81926193 4	PZA2-XAD2-6 448800904 (cassé)	PZA1-TCA-Me rcure-634177 5683
Matrice :	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
Date de prélèvement :	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
Date de début d'analyse :	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Administratif

LK0KC : Echantillon réceptionné
cassé au laboratoire

Préparation Physico-Chimique

LSRGH : Désorption d'un tube de
charbon actif (100/50)

Fait

Fait

Métaux

LSC33 : Mercure sur tube de charbon actif

Mercure (Phase 1)	µg/tube		<0.05		<0.05
Mercure (Phase 2)	µg/tube		<0.05		<0.05

LSE16 : Minéralisation (sur Tube)

Fait

Fait

Hydrocarbures totaux

LS1JI : TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)

Aliphatiques >MeC5 - C6	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >MeC5 - C6 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C6 - C8	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C6 - C8 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C8 - C10	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C10 - C12	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C12 - C16	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Total Aliphatiques	µg/tube	<25.0		<25.0	
Total Aliphatiques (2)	µg/tube	<25.0		<25.0	
Aromatiques C6 - C7 (Benzène)	µg/tube	<0.10		0.16	
Aromatiques C6 - C7 (Benzène) (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène)	µg/tube	<0.10		0.11	
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène) (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
Aromatiques >C8 - C10	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aromatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aromatiques >C10 - C12	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aromatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aromatiques >C12 - C16	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aromatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Total Aromatiques	µg/tube	<15.2		0.27<x<15.27	

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PZA1-TCA-56 81926192	PZA1-XAD2-6 448800906	PZA1-TCA-Me rcure-568192 6188	PZA2-TCA-56 81926193 4	PZA2-XAD2-6 448800904 (cassé)	PZA1-TCA-Me rcure-634177 5683
Matrice :	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
Date de prélèvement :	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
Date de début d'analyse :	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Hydrocarbures totaux

LS1JI : TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)

	001	002	003	004	005	006
Total Aromatiques (2)	µg/tube	<15.2		<15.2		
Benzène	µg/tube	<0.10		0.16		
Benzène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10		
Toluène	µg/tube	<0.10		0.11		
Toluène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10		
Ethylbenzène	µg/tube	<0.10		<0.10		
Ethylbenzène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10		
m+p-Xylène	µg/tube	<0.10		<0.10		
m+p-Xylène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10		
o-Xylène	µg/tube	<0.10		<0.10		
o-Xylène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10		
MTBE (Zone 1)	µg/tube	<5.00		<5.00		
MTBE (Zone 2)	µg/tube	<5.00		<5.00		

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSREI : Désorption de la phase gazeuse (HAP) du tube XAD2

LSREJ : Acénaphthylène

	001	002	003	004	005	006
Acénaphthylène	µg/échantillon(s)	0.005				
Acénaphthylène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005				

LSREH : Acénaphthène

	001	002	003	004	005	006
Acénaphthène	µg/échantillon(s)	<0.005				
Acénaphthène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005				

LSREU : Fluorène

	001	002	003	004	005	006
Fluorène	µg/échantillon(s)	<0.005				
Fluorène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005				

LSREX : Phénanthrène

	001	002	003	004	005	006
Phénanthrène	µg/échantillon(s)	<0.005				
Phénanthrène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005				

LSREK : Anthracène

	001	002	003	004	005	006
Anthracène	µg/échantillon(s)	<0.005				
Anthracène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005				

LSRET : Fluoranthène

	001	002	003	004	005	006
Fluoranthène	µg/échantillon(s)	<0.005				

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PZA1-TCA-56 81926192	PZA1-XAD2-6 448800906	PZA1-TCA-Me rcure-568192 6188	PZA2-TCA-56 81926193 4	PZA2-XAD2-6 448800904 (cassé)	PZA1-TCA-Me rcure-634177 5683
Matrice :	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
Date de prélèvement :	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
Date de début d'analyse :	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRET : Fluoranthène					
Fluoranthène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Fluoranthène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSREY : Pyrène					
Pyrène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Pyrène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSREL : Benzo-(a)-anthracène					
Benzo-(a)-anthracène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Benzo-(a)-anthracène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSRER : Chrysène					
Chrysène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Chrysène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSREN : Benzo-(b)-fluoranthène					
Benzo(b)fluoranthène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Benzo(b)fluoranthène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSREQ : Benzo-(k)-fluoranthène					
Benzo(k)fluoranthène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Benzo(k)fluoranthène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSREM : Benzo-(a)-pyrène					
Benzo(a)pyrène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Benzo(a)pyrène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSRES : Dibenzo-(ah)-anthracène					
Dibenzo(a,h)anthracène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Dibenzo(ah)anthracène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSREP : Benzo-(ghi)-pérylène					
Benzo(ghi)Pérylène	µg/échantillon(s)		<0.005		
Benzo(ghi)Pérylène (2)	µg/échantillon(s)		<0.005		
LSREV : Indeno-(1,2,3-cd)-pyrène					
Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	µg/échantillon(s)		<0.005		

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	PZA1-TCA-56 81926192	PZA1-XAD2-6 448800906	PZA1-TCA-Me rcure-568192 6188	PZA2-TCA-56 81926193 4	PZA2-XAD2-6 448800904 (cassé)	PZA1-TCA-Me rcure-634177 5683
Matrice :	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
Date de prélèvement :	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
Date de début d'analyse :	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSREV : Indeno-(1,2,3-cd)-pyrène

Indéno(1,2,3-c,d)pyrène (2)	µg/échantillon(s)	001	002	003	004	005	006
			<0.005				

Composés Volatils

LSRCJ : Dichlorométhane

Dichlorométhane	µg/tube	001	002	003	004	005	006
Dichlorométhane		<0.100			<0.100		
Dichlorométhane (2)		<0.100			<0.100		

LSRD4 : Chlorure de vinyle

Chlorure de vinyle	µg/tube	001	002	003	004	005	006
Chlorure de vinyle		<0.100			<0.100		
Chlorure de vinyle (2)		<0.100			<0.100		

LSRC8 : 1,1-Dichloroéthène

1,1-Dichloroéthylène	µg/tube	001	002	003	004	005	006
1,1-Dichloroéthylène		<0.100			<0.100		
1,1-Dichloroéthylène (2)		<0.100			<0.100		

LSRC9 : trans 1,2-Dichloroéthène

trans 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	001	002	003	004	005	006
trans 1,2-Dichloroéthène		<0.100			<0.100		
trans 1,2-Dichloroéthène (2)		<0.100			<0.100		

LSRCA : cis 1,2-dichloroéthène

cis 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	001	002	003	004	005	006
cis 1,2-Dichloroéthène		<0.100			<0.100		
cis 1,2-Dichloroéthène (2)		<0.100			<0.100		

LSRCB : Chloroforme

Chloroforme	µg/tube	001	002	003	004	005	006
Chloroforme		<0.100			<0.100		
Chloroforme (2)		<0.100			<0.100		

LSRDM : Tétrachlorométhane

Tétrachlorométhane	µg/tube	001	002	003	004	005	006
Tétrachlorométhane		<0.10			<0.10		
Tétrachlorométhane (2)		<0.10			<0.10		

LSRC7 : 1,1-Dichloroéthane

1,1-dichloroéthane	µg/tube	001	002	003	004	005	006
1,1-dichloroéthane		<0.100			<0.100		
1,1-dichloroéthane (2)		<0.100			<0.100		

LSRDJ : 1,2-Dichloroéthane

1,2-Dichloroéthane	µg/tube	001	002	003	004	005	006
1,2-Dichloroéthane		<0.10			<0.10		
1,2-Dichloroéthane (2)		<0.10			<0.10		

LSRC6 : 1,1,1-Trichloroéthane

1,1,1-trichloroéthane	µg/tube	001	002	003	004	005	006
1,1,1-trichloroéthane		<0.100			<0.100		
1,1,1-Trichloroéthane (2)		<0.100			<0.100		

LSRCH : 1,1,2-Trichloroéthane

1,1,2-Trichloroéthane	µg/tube	001	002	003	004	005	006
1,1,2-Trichloroéthane		<0.100			<0.100		
1,1,2-Trichloroéthane (2)		<0.100			<0.100		

LSRDL : Trichloroéthylène

Trichloroéthylène	µg/tube	001	002	003	004	005	006
Trichloroéthylène		<0.100			<0.100		
Trichloroéthylène (2)		<0.100			<0.100		

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

	001	002	003	004	005	006
	PZA1-TCA-56	PZA1-XAD2-6	PZA1-TCA-Me	PZA2-TCA-56	PZA2-XAD2-6	PZA1-TCA-Me
	81926192	448800906	rcure-568192	81926193 4	448800904	rcure-634177
			6188		(cassé)	5683
	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Composés Volatils

LSRDL : Trichloroéthylène

Trichloroéthylène µg/tube <0.10

Trichloroéthylène (2) µg/tube <0.10

LSRDK : Tétrachloroéthylène

Tétrachloroéthylène µg/tube <0.10

Tétrachloroéthylène (2) µg/tube <0.10

LSRCK : Bromochlorométhane

Bromochlorométhane µg/tube <0.100

Bromochlorométhane (2) µg/tube <0.100

LSRCL : Dibromométhane

Dibromométhane µg/tube <0.100

Dibromométhane (2) µg/tube <0.100

LSRD6 : 1,2-Dibromoéthane

1,2-Dibromoéthane µg/tube <0.10

1,2-Dibromoéthane (2) µg/tube <0.10

LSRCG : Bromoforme

Bromoforme

Bromoforme (tribromométhane) µg/tube <0.100

Tribromométhane (Bromoforme) (2) µg/tube <0.100

LSRCL : Bromodichlorométhane

Bromodichlorométhane µg/tube <0.100

Bromodichlorométhane (2) µg/tube <0.100

LSRCC : Dibromochlorométhane

Dibromochlorométhane µg/tube <0.100

Dibromochlorométhane (2) µg/tube <0.100

LS1CC : Naphtalène

Naphtalène µg/tube <0.10

Naphtalène (2) µg/tube <0.10

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

	007	008	009	010	011	012
	PZA3-TCA-63 41775690	PZA3-XAD2-6 448800909	PZA3-TCA-Me rcure-634177 5685	BLANC-TCA- 6341775681	BLANC-XAD2 -6448800903 (cassé)	BLANC-TCA- Mercure-6341 775688
	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Administratif

LK0KC : Echantillon réceptionné
cassé au laboratoire

Préparation Physico-Chimique

LSRGH : Désorption d'un tube de
charbon actif (100/50)

Fait

Fait

Métaux

LSC33 : Mercure sur tube de charbon actif

Mercure (Phase 1)	µg/tube		<0.05		<0.05
Mercure (Phase 2)	µg/tube		<0.05		<0.05

LSE16 : Minéralisation (sur Tube)

Fait

Fait

Hydrocarbures totaux

LS1JI : TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)

Aliphatiques >MeC5 - C6	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >MeC5 - C6 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C6 - C8	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C6 - C8 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C8 - C10	µg/tube	44.5		<5.00	
Aliphatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C10 - C12	µg/tube	76.1		<5.00	
Aliphatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aliphatiques >C12 - C16	µg/tube	23.6		<5.00	
Aliphatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Total Aliphatiques	µg/tube	144.2<x<154.2		<25.0	
Total Aliphatiques (2)	µg/tube	<25.0		<25.0	
Aromatiques C6 - C7 (Benzène)	µg/tube	0.23		<0.10	
Aromatiques C6 - C7 (Benzène) (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène)	µg/tube	0.55		<0.10	
Aromatiques >C7 - C8 (Toluène) (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
Aromatiques >C8 - C10	µg/tube	8.00		<5.00	
Aromatiques >C8 - C10 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aromatiques >C10 - C12	µg/tube	16.4		<5.00	
Aromatiques >C10 - C12 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Aromatiques >C12 - C16	µg/tube	5.08		<5.00	
Aromatiques >C12 - C16 (2)	µg/tube	<5.00		<5.00	
Total Aromatiques	µg/tube	30.3		<15.2	

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

	007	008	009	010	011	012
	PZA3-TCA-63	PZA3-XAD2-6	PZA3-TCA-Me	BLANC-TCA-	BLANC-XAD2	BLANC-TCA-
	41775690	448800909	rcure-634177	6341775681	-6448800903	Mercure-6341
			5685		(cassé)	775688
	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Hydrocarbures totaux

LS1JI : TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)

Total Aromatiques (2)	µg/tube	<15.2		<15.2	
Benzène	µg/tube	0.23		<0.10	
Benzène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
Toluène	µg/tube	0.55		<0.10	
Toluène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
Ethylbenzène	µg/tube	0.37		<0.10	
Ethylbenzène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
m+p-Xylène	µg/tube	0.81		<0.10	
m+p-Xylène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
o-Xylène	µg/tube	0.62		<0.10	
o-Xylène (2)	µg/tube	<0.10		<0.10	
MTBE (Zone 1)	µg/tube	<5.00		<5.00	
MTBE (Zone 2)	µg/tube	<5.00		<5.00	

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSREI : Désorption de la phase gazeuse (HAP) du tube XAD2

Fait

LSREJ : Acénaphthylène

Acénaphthylène	µg/échantillon(s)	<0.005		
Acénaphthylène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005		

LSREH : Acénaphthène

Acénaphthène	µg/échantillon(s)	0.008		
Acénaphthène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005		

LSREU : Fluorène

Fluorène	µg/échantillon(s)	<0.005		
Fluorène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005		

LSREX : Phénanthrène

Phénanthrène	µg/échantillon(s)	<0.005		
Phénanthrène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005		

LSREK : Anthracène

Anthracène	µg/échantillon(s)	<0.005		
Anthracène (2)	µg/échantillon(s)	<0.005		

LSRET : Fluoranthène

--	--	--	--	--

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

	007	008	009	010	011	012
	PZA3-TCA-63 41775690	PZA3-XAD2-6 448800909	PZA3-TCA-Me rcure-634177 5685	BLANC-TCA- 6341775681	BLANC-XAD2 -6448800903 (cassé)	BLANC-TCA- Mercure-6341 775688
	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSRET : Fluoranthène

Fluoranthène µg/échantillon(s) <0.005

Fluoranthène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSREY : Pyrène

Pyrène µg/échantillon(s) <0.005

Pyrène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSREL : Benzo-(a)-anthracène

Benzo(a)-anthracene µg/échantillon(s) <0.005

Benzo(a)-anthracène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSRER : Chrysène

Chrysène µg/échantillon(s) <0.005

Chrysène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSREN : Benzo-(b)-fluoranthène

Benzo(b)fluoranthène µg/échantillon(s) <0.005

Benzo(b)fluoranthène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSREQ : Benzo-(k)-fluoranthène

Benzo(k)fluoranthène µg/échantillon(s) <0.005

Benzo(k)fluoranthène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSREM : Benzo-(a)-pyrène

Benzo(a)pyrène µg/échantillon(s) <0.005

Benzo(a)pyrène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSRES : Dibenzo-(ah)-anthracène

Dibenzo(a,h)anthracène µg/échantillon(s) <0.005

Dibenzo(ah)anthracène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSREP : Benzo-(ghi)-pérylène

Benzo(ghi)Pérylène µg/échantillon(s) <0.005

Benzo(ghi)Pérylène (2) µg/échantillon(s) <0.005

LSREV : Indeno-(1,2,3-cd)-pyrène

Indeno (1,2,3-cd) Pyrène µg/échantillon(s) <0.005

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	PZA3-TCA-63 41775690	PZA3-XAD2-6 448800909	PZA3-TCA-Me rcure-634177 5685	BLANC-TCA- 6341775681	BLANC-XAD2 -6448800903 (cassé)	BLANC-TCA- Mercure-6341 775688
Matrice :	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
Date de prélèvement :	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
Date de début d'analyse :	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAPs)

LSREV : Indeno-(1,2,3-cd)-pyrène

Indéno(1,2,3-c,d)pyrène (2)	µg/échantillon(s)	007	008	009	010	011	012
			<0.005				

Composés Volatils

LSRCJ : Dichlorométhane

Dichlorométhane	µg/tube	007	008	009	010	011	012
Dichlorométhane		<0.100			<0.100		
Dichlorométhane (2)		<0.100			<0.100		

LSRD4 : Chlorure de vinyle

Chlorure de vinyle	µg/tube	007	008	009	010	011	012
Chlorure de vinyle		<0.100			<0.100		
Chlorure de vinyle (2)		<0.100			<0.100		

LSRC8 : 1,1-Dichloroéthène

1,1-Dichloroéthylène	µg/tube	007	008	009	010	011	012
1,1-Dichloroéthylène		<0.100			<0.100		
1,1-Dichloroéthylène (2)		<0.100			<0.100		

LSRC9 : trans 1,2-Dichloroéthène

trans 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	007	008	009	010	011	012
trans 1,2-Dichloroéthène		<0.100			<0.100		
trans 1,2-Dichloroéthène (2)		<0.100			<0.100		

LSRCA : cis 1,2-dichloroéthène

cis 1,2-Dichloroéthène	µg/tube	007	008	009	010	011	012
cis 1,2-Dichloroéthène		<0.100			<0.100		
cis 1,2-Dichloroéthène (2)		<0.100			<0.100		

LSRCB : Chloroforme

Chloroforme	µg/tube	007	008	009	010	011	012
Chloroforme		<0.100			<0.100		
Chloroforme (2)		<0.100			<0.100		

LSRDM : Tétrachlorométhane

Tétrachlorométhane	µg/tube	007	008	009	010	011	012
Tétrachlorométhane		<0.10			<0.10		
Tétrachlorométhane (2)		<0.10			<0.10		

LSRC7 : 1,1-Dichloroéthane

1,1-dichloroéthane	µg/tube	007	008	009	010	011	012
1,1-dichloroéthane		<0.100			<0.100		
1,1-dichloroéthane (2)		<0.100			<0.100		

LSRDJ : 1,2-Dichloroéthane

1,2-Dichloroéthane	µg/tube	007	008	009	010	011	012
1,2-Dichloroéthane		<0.10			<0.10		
1,2-Dichloroéthane (2)		<0.10			<0.10		

LSRC6 : 1,1,1-Trichloroéthane

1,1,1-trichloroéthane	µg/tube	007	008	009	010	011	012
1,1,1-trichloroéthane		<0.100			<0.100		
1,1,1-Trichloroéthane (2)		<0.100			<0.100		

LSRCH : 1,1,2-Trichloroéthane

1,1,2-Trichloroéthane	µg/tube	007	008	009	010	011	012
1,1,2-Trichloroéthane		<0.100			<0.100		
1,1,2-Trichloroéthane (2)		<0.100			<0.100		

LSRDL : Trichloroéthylène

Trichloroéthylène	µg/tube	007	008	009	010	011	012
Trichloroéthylène		<0.100			<0.100		
Trichloroéthylène (2)		<0.100			<0.100		

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

	007	008	009	010	011	012
	PZA3-TCA-63 41775690	PZA3-XAD2-6 448800909	PZA3-TCA-Me rcure-634177 5685	BLANC-TCA- 6341775681	BLANC-XAD2 -6448800903 (cassé)	BLANC-TCA- Mercure-6341 775688
	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA	AIA
	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016	20/09/2016
	28/09/2016	27/09/2016	27/09/2016	28/09/2016	26/09/2016	27/09/2016

Composés Volatils

LSRDL : Trichloroéthylène

Trichloroéthylène µg/tube 0.39 <0.10

Trichloroéthylène (2) µg/tube <0.10 <0.10

LSRDK : Tétrachloroéthylène

Tétrachloroéthylène µg/tube <0.10 <0.10

Tétrachloroéthylène (2) µg/tube <0.10 <0.10

LSRCK : Bromochlorométhane

Bromochlorométhane µg/tube <0.100 <0.100

Bromochlorométhane (2) µg/tube <0.100 <0.100

LSRCL : Dibromométhane

Dibromométhane µg/tube <0.100 <0.100

Dibromométhane (2) µg/tube <0.100 <0.100

LSRD6 : 1,2-Dibromoéthane

1,2-Dibromoéthane µg/tube <0.10 <0.10

1,2-Dibromoéthane (2) µg/tube <0.10 <0.10

LSRCG : Bromoforme

Bromoforme

Bromoforme (tribromométhane) µg/tube <0.100 <0.100

Tribromométhane (Bromoforme) (2) µg/tube <0.100 <0.100

LSRCL : Bromodichlorométhane

Bromodichlorométhane µg/tube <0.100 <0.100

Bromodichlorométhane (2) µg/tube <0.100 <0.100

LSRCC : Dibromochlorométhane

Dibromochlorométhane µg/tube <0.100 <0.100

Dibromochlorométhane (2) µg/tube <0.100 <0.100

LS1CC : Naphtalène

Naphtalène µg/tube 0.10 <0.10

Naphtalène (2) µg/tube <0.10 <0.10

Observations	N° Ech	Réf client

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 16E077927

Version du : 04/10/2016

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Date de réception : 26/09/2016

Référence Dossier : N° Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Nom Projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence Commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 17 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

D : détecté / ND : non détecté

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

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

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

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

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

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



Kevin Gomarin
Coordinateur de Projets Clients

Annexe technique

Dossier N° : 16E077927

N° de rapport d'analyse :AR-16-LK-086275-01

Emetteur : Mme Aurélie PIGHIERA

Commande EOL : 00610514178692

Nom projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

Air ambiant

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Incert.	Prestation réalisée sur le site de :
LK0KC	Echantillon réceptionné cassé au laboratoire					Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LS1CC	Naphtalène	GC/MS - Méthode interne				
	Naphtalène		0.1	µg/tube		
	Naphtalène (2)		0.1	µg/tube		
LS1JI	TPH AIR (BTEX & MTBE inclus)					
	Aliphatiques >MeC5 - C6			µg/tube		
	Aliphatiques >MeC5 - C6 (2)			µg/tube		
	Aliphatiques >C6 - C8			µg/tube		
	Aliphatiques >C6 - C8 (2)			µg/tube		
	Aliphatiques >C8 - C10			µg/tube		
	Aliphatiques >C8 - C10 (2)			µg/tube		
	Aliphatiques >C10 - C12			µg/tube		
	Aliphatiques >C10 - C12 (2)			µg/tube		
	Aliphatiques >C12 - C16			µg/tube		
	Aliphatiques >C12 - C16 (2)			µg/tube		
	Total Aliphatiques			µg/tube		
	Total Aliphatiques (2)			µg/tube		
	Aromatiques C6 - C7 (Benzène)			µg/tube		
	Aromatiques C6 - C7 (Benzène) (2)			µg/tube		
	Aromatiques >C7 - C8 (Toluène)			µg/tube		
	Aromatiques >C7 - C8 (Toluène) (2)			µg/tube		
	Aromatiques >C8 - C10			µg/tube		
	Aromatiques >C8 - C10 (2)			µg/tube		
	Aromatiques >C10 - C12			µg/tube		
	Aromatiques >C10 - C12 (2)			µg/tube		
	Aromatiques >C12 - C16			µg/tube		
	Aromatiques >C12 - C16 (2)			µg/tube		
	Total Aromatiques			µg/tube		
	Total Aromatiques (2)			µg/tube		
	Benzène			µg/tube		
	Benzène (2)			µg/tube		
	Toluène			µg/tube		
	Toluène (2)			µg/tube		
	Ethylbenzène			µg/tube		
	Ethylbenzène (2)			µg/tube		
	m+p-Xylène			µg/tube		
	m+p-Xylène (2)			µg/tube		
	o-Xylène			µg/tube		

Annexe technique

Dossier N° : 16E077927

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Emetteur : Mme Aurélie PIGHIERA

Commande EOL : 00610514178692

Nom projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

Air ambiant

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Incert.	Prestation réalisée sur le site de :
	o-Xylène (2) MTBE (Zone 1) MTBE (Zone 2)			µg/tube µg/tube µg/tube		
LSC33	Mercuré sur tube de charbon actif Mercuré (Phase 1) Mercuré (Phase 2)	SFA / vapeurs froides (CV-AAS) - Adaptée de NF ISO 16772	0.05 0.05	µg/tube µg/tube		
LSE16	Minéralisation (sur Tube)	Méthode interne				
LSRC6	1,1,1-Trichloroéthane 1,1,1-trichloroéthane 1,1,1-Trichloroéthane (2)	GC/MS [Désorption chimique] - NF X 43-267 (AIT) adaptée de NF X 43-267 (AIE,AIA)	0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRC7	1,1-Dichloroéthane 1,1-dichloroéthane 1,1-dichloroéthane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRC8	1,1-Dichloroéthène 1,1-Dichloroéthylène 1,1-Dichloréthylène (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRC9	trans 1,2-Dichloroéthène trans 1,2-Dichloroéthène trans 1,2-Dichloroéthène (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCA	cis 1,2-dichloroéthène cis 1,2-Dichloroéthène cis 1,2-Dichloroéthène (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCB	Chloroforme Chloroforme Chloroforme (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCC	Dibromochlorométhane Dibromochlorométhane Dibromochlorométhane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCG	Bromoforme Bromoforme Bromoforme (tribromométhane) Tribromométhane (Bromoforme) (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCH	1,1,2-Trichloroéthane 1,1,2-Trichloroéthane 1,1,2-Trichloroéthane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCI	Dibromométhane Dibromométhane Dibromométhane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCJ	Dichlorométhane Dichlorométhane		0.1	µg/tube		

Annexe technique

Dossier N° : 16E077927

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Emetteur : Mme Aurélie PIGHIERA

Commande EOL : 00610514178692

Nom projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

Air ambiant

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Incert.	Prestation réalisée sur le site de :
	Dichlorométhane (2)		0.1	µg/tube		
LSRCK	Bromochlorométhane Bromochlorométhane Bromochlorométhane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRCL	Bromodichlorométhane Bromodichlorométhane Bromodichlorométhane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRD4	Chlorure de vinyle Chlorure de vinyle Chlorure de vinyle (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRD6	1,2-Dibromoéthane 1,2-Dibromoéthane 1,2-Dibromoéthane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRDJ	1,2-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane 1,2-Dichloroéthane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRDK	Tétrachloroéthylène Tétrachloroéthylène Tétrachloroéthylène (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRDL	Trichloroéthylène Trichloroéthylène Trichloroéthylène (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSRDM	Tétrachlorométhane Tétrachlorométhane Tétrachlorométhane (2)		0.1 0.1	µg/tube µg/tube		
LSREH	Acénaphthène Acénaphthène Acénaphthène (2)	GC/MS - Méthode interne	0.005 0.005	µg/échantillo µg/échantillo		
LSREI	Désorption de la phase gazeuse (HAP) du tube XAD2		0.005			
LSREJ	Acénaphthylène Acénaphthylène Acénaphthylène (2)		0.005 0.005	µg/échantillo µg/échantillo		
LSREK	Anthracène Anthracène Anthracène (2)		0.005 0.005	µg/échantillo µg/échantillo		
LSREL	Benzo-(a)-anthracène Benzo-(a)-anthracène Benzo-(a)-anthracène (2)		0.005 0.005	µg/échantillo µg/échantillo		
LSREM	Benzo-(a)-pyrène Benzo(a)pyrène Benzo(a)pyrène (2)		0.005 0.005	µg/échantillo µg/échantillo		

Annexe technique

Dossier N° : 16E077927

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Emetteur : Mme Aurélie PIGHIERA

Commande EOL : 00610514178692

Nom projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

Air ambiant

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Incert.	Prestation réalisée sur le site de :
LSREN	Benzo-(b)-fluoranthène		0.005	µg/échantillo		
	Benzo(b)fluoranthène		0.005	µg/échantillo		
	Benzo(b)fluoranthène (2)					
LSREP	Benzo-(ghi)-pérylène		0.005	µg/échantillo		
	Benzo(ghi)Pérylène		0.005	µg/échantillo		
	Benzo(ghi)Pérylène (2)					
LSREQ	Benzo-(k)-fluoranthène		0.005	µg/échantillo		
	Benzo(k)fluoranthène		0.005	µg/échantillo		
	Benzo(k)fluoranthène (2)					
LSRER	Chrysène		0.005	µg/échantillo		
	Chrysène		0.005	µg/échantillo		
	Chrysène (2)					
LSRES	Dibenzo-(ah)-anthracène		0.005	µg/échantillo		
	Dibenzo(a,h)anthracène		0.005	µg/échantillo		
	Dibenzo(ah)anthracène (2)					
LSRET	Fluoranthène		0.005	µg/échantillo		
	Fluoranthène	0.005	µg/échantillo			
	Fluoranthène (2)					
LSREU	Fluorène	0.005	µg/échantillo			
	Fluorène	0.005	µg/échantillo			
	Fluorène (2)					
LSREV	Indeno-(1,2,3-cd)-pyrène	0.005	µg/échantillo			
	Indeno (1,2,3-cd) Pyrène	0.005	µg/échantillo			
	Indéno(1,2,3-c,d)pyrène (2)					
LSREX	Phénanthrène	0.005	µg/échantillo			
	Phénanthrène	0.005	µg/échantillo			
	Phénanthrène (2)					
LSREY	Pyrène	0.005	µg/échantillo			
	Pyrène	0.005	µg/échantillo			
	Pyrène (2)					
LSRGH	Désorption d'un tube de charbon actif (100/50)					

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande

Méthodes de calcul de l'incertitude (valeur maximisée) : (A) : Eurachem (B) : XP T 90-220 (C) : NF ISO 11352 (D) : ISO 15767 (e) : Méthode interne

Annexe de traçabilité des échantillons

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

Dossier N° : 16E077927

N° de rapport d'analyse : AR-16-LK-086275-01

Emetteur : Mme Aurélie PIGHIERA

Commande EOL : 00610514178692

Nom projet : 16MES157Aa_ILOT 1A

Référence commande : 16MES157Aa_ILOT 1A_230916

Air ambiant

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
16E077927-001	PZA1-TCA-5681926192			
16E077927-002	PZA1-XAD2-6448800906			
16E077927-003	PZA1-TCA-Mercure-5681926188			
16E077927-004	PZA2-TCA-5681926193 4			
16E077927-005	PZA2-XAD2-6448800904 (cassé)			
16E077927-006	PZA1-TCA-Mercure-6341775683			
16E077927-007	PZA3-TCA-6341775690			
16E077927-008	PZA3-XAD2-6448800909			
16E077927-009	PZA3-TCA-Mercure-6341775685			
16E077927-010	BLANC-TCA-6341775681			
16E077927-011	BLANC-XAD2-6448800903 (cassé)			
16E077927-012	BLANC-TCA-Mercure-6341775688			

A4	ANNEXES TECHNIQUES SUR L'EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES
----	---

A4.1	Evaluation quantitative des risques sanitaires
-------------	---

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES HAP							
NAPHTALENE							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,89E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,25E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	5,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,20E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,70E+01				ANSES, 2013
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	5,60E-06				ANSES, 2013
Acénaphène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,47E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	4,58E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,21E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,69E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Acénaphylène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,12E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,73E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,50E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Anthracène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,04E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,57E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,28E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,72E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-05				INERIS
Fluorène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,20E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,71E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,56E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,79E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Phénanthrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,98E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,29E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	5,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,70E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Benzo(a)anthracène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,01E-06				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,58E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	5,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,00E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS
Chrysène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,50E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,33E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	2,48E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,21E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-05				INERIS
Fluoranthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,50E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,20E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,90E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Pyrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,10E-03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,80E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	2,72E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,24E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Benzo(a)pyrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,00E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,07E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,50E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-03				OEHHA, 2002
Benzo(b)fluoranthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,56E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,50E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,30E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,13E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS
Benzo(k)fluoranthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	8,00E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,90E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,30E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,13E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS
Dibenzo(a,h)anthracène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,80E-03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,40E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	4,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,20E-03				OEHHA, 2003
Benzo(g,h,i)perilène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,70E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	9,60E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	4,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-05				RISC RISC INERIS
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,90E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,30E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,10E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES BTEX							
Benzene							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,58E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,00E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,80E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	9,75E+00				ATSDR, 2007
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,60E-05				ANSES, 2013
Toluène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	6,73E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,00E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,70E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	8,60E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,00E+03				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				ANSES, 2010
Ethylbenzene							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	8,20E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,42E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,50E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,60E+02				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,50E-06				ATSDR, 2010 OEHHA, 2007
Xylenes							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	7,32E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,40E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,17E+02				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				ATSDR, 2007

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES HCT							
All C5-C6							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	8,18E+04				
		adim	3,30E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,94E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,84E+04				TPHCWG
All C6-C8							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,24E+05				
		adim	5,00E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,98E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,84E+04				TPHCWG
All C8-C10							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,98E+05				
		adim	8,00E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,16E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+03				TPHCWG
All C10-C12							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,98E+05				
		adim	1,20E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,52E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+03				TPHCWG
All C12-C16							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,29E+06				
		adim	5,20E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,01E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+03				TPHCWG
Aro C7-C8							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	6,69E+02				
		adim	2,70E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,26E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	4,00E+02				TPHCWG
Aro C8-C10							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,19E+03				
		adim	4,80E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,59E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				TPHCWG
Aro C10-C12							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,47E+02				
		adim	1,40E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,51E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				TPHCWG
Aro C12-C16							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,31E+02				
		adim	5,30E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,01E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				TPHCWG

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES COHV							
Dichlorométhane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,57E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,91E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,02E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,40E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,10E+03				ATSDR, 2000
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,00E-06				OEHA
Trichlorométhane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,84E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,00E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,04E-04				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,30E+01				ANSES, 2008
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,30E-05				US EPA, 2001
Chlorure de Vinyle							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,73E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	8,00E+00				8 à 98
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,06E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,20E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+02				US EPA, 2000
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	3,80E-06				ANSES, 2012
Trichloroéthylène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,04E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,11E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,90E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,10E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,00E+02				OEHA, 2005
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	4,30E-07				OMS, 2000
Tétrachloroéthylène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,84E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,47E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,20E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	8,20E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				OMS CICAD 20
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,60E-07				US EPA, 2012
1,1-Dichloroéthane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,69E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	4,60E+01				INERIS
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					J&E / Soil Scree
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,42E-06				J&E / Soil Scree
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,05E-09				J&E / Soil Scree
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,60E-06				OEHA, 2009
1,2-Dichloroéthane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,83E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,30E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,04E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,00E+03				ATSDR, 2001
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,60E-05				US EPA, 1991
1,1-Dichloroéthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,83E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,50E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,70E-04				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				US EPA, 2002
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Cis-1,2-Dichloroéthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,07E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,55E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,36E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,13E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,00E+01				RIVM, 2009
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Trans-1,2-Dichloroéthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,52E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,80E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,70E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,19E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,00E+01				RIVM, 2009
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Acétone							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,87E-05				J&E
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,75E-01				J&E
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					J&E
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,24E-05				J&E
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,14E-09				J&E
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,09E+04				ATSDR, 1994
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Méthyléthylcétone							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,58E-05				J&E
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,30E+00				J&E
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					J&E
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,08E-06				J&E
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,80E-10				J&E
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	5,00E+03				US EPA, 2003
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Méthyl Isobutyl Cétone							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,38E-04				J&E
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	9,06E+00				J&E
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					J&E
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,50E-06				J&E
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,80E-10				J&E
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,00E+03				US EPA, 2003
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Méthanol							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,35E-04				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	0,00E+00				RISC
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					RISC
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,60E-05				RISC
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,60E-09				RISC
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	4,00E+03				OEHA, 2003
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
1,1,1-trichloroéthane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,87E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	4,86E+01				
Coefficient de partage sol-e							

Désignation	Unité	Abr.	Valeur			loi de distribution	ref. biblio				
			moyenne	min	max						
PARAMETRES GENERAUX											
Constante des gaz parfaits	Pa.m3/mol.K	R	8,314			fixe	VOLASOIL				
Température	Kelvin	T	283	268	298	normale					
Profondeur de la source Pollution / surface du sol	m	Lt	1	1500	1800	normale	J&E				
Chemin convectif : épaisseur du plancher (dalle béton...)	m	Lbéton	0,15								
Masse volumique du sol	kg/m3	μ	1600								
Fraction Carbone Organique	KgCO/KgMS	foc	0,002								
Fraction volumique d'eau du sol		Vw	0,076								
Fraction volumique d'air du sol		Va	0,314								
Perméabilité à l'air du sol (sablon-limoneux)	m ²	ka	1,00E-14					1,00E-16	1,00E-10	normale	J&E
Viscosité dynamique de l'air	g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	v	1,75E-04								J&E
Différence de pression entre l'air du sol et l'air du bâtiment	g.cm ⁻¹ .s ⁻²	dP	40,0								J&E
PARAMETRES DU SITE D'ETUDE											
Hauteur bat	m	hb	2,5	0,000001	0,0001	normale	VOLASOIL				
Longueur	m	lb	10								
Largeur	m	Wb	5								
Fraction d'ouverture dans le plancher	m ² /m ²	fof	0,00001								
Nombre d'ouverture dans le plancher	/m ²	n	0,2								
Taux de renouvellement de l'air du bâtiment	/h	ERbat	0,5	0,17	1	normale	J&E				
PARAMETRES DU BUDGET ESPACE TEMPS											
Dans le bâtiment											
Durée d'exposition (T en années)	années	T	40	20	40	Uniforme	J&E				
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	-	T/Tm	0,57								
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	jours	N	235,0	220	250	Triangulaire					
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	-	F	0,6								
Nombre d'heure d'exposition par jour	heures	n	8,0	6	10	Triangulaire					
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	-	ti	0,33								

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETINGER			Naphtalène	Acénaphène	Acénaphylène
Unité	Substance(s) retenue(s) : Désignation	Abr.			
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	1		
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600		
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002		
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144		
Kelvin	Température	T	283		
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	4,89E+01	1,47E+01	1,12E+01
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	1,25E+03	4,58E+03	2,73E+03
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	0,0025	0,009156	0,00546
m3/Kg	Porosité	n	0,39		
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,076		
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,314		
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa	0,00	0,00	0,00
µg/m3			2,05	0,03	0,02
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	5,40E-06	4,21E-06	4,40E-06
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	7,20E-10	7,69E-10	7,50E-10
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	7,47E-07	5,82E-07	6,09E-07
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	8,80E-13	9,40E-13	9,17E-13
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	7,47E-07	5,83E-07	6,09E-07
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RdC}	10		
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RdC}	5		
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RdC}	2,5		
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5		
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RdC}	1,74E-02		
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-14		
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}	1,75E-04		
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,15		
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30		
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40		
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RdC}	50		
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001		
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005		
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05		
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,40E-08		
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,15		
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	7,47E-07		
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,76E+01		
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	5,18E-06	7,58E-08	5,06E-08

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil
	T/Tm	1	0,57		
	F	0,64	0,64		
	ti	0,33	0,33		
	C _{RdC}	5,18E-06	5,18E-06	7,58E-08	5,06E-08
	CI	1,11E-06	6,36E-07	9,30E-09	6,20E-09
	VTRinhal	3,70E+01	5,60E-06	1,10E-06	1,10E-06
		µg/m3	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1	(µg/m3)-1
	Niveau de Risque	IR	ERI	ERI	ERI
		4,12E-05	3,56E-12	1,02E-14	6,82E-15

Niveau de Risque - somme des HAP	IR	4,12E-05
	ERI	3,58E-12



Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes
Substance(s) retenue(s) :						
Unité	Désignation	Abr.				
mg/Kg MS	Concentration dans le sol	Cs				
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	1			
kg/m3	Masse volumique du sol	ρs	1600			
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002			
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144			
Kelvin	Température	T	283			
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	5,58E+02	6,73E+02	8,20E+02	7,32E+02
adim.			2,37E-01	2,86E-01	3,48E-01	3,11E-01
L/Kg	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	6,00E+01	1,00E+02	2,42E+02	2,40E+02
m3/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	0,00012	0,0002	0,0004838	0,00048
	Porosité	n	0,39			
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,076			
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,314			
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa				
µg/m3			4,71	11,26	7,58	29,27
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	8,80E-06	8,70E-06	7,50E-06	8,40E-06
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	9,80E-10	8,60E-10	7,80E-10	1,00E-09
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,22E-06	1,20E-06	1,04E-06	1,16E-06
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	1,20E-12	1,05E-12	9,54E-13	1,22E-12
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,22E-06	1,20E-06	1,04E-06	1,16E-06
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RdC}	10			
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RdC}	5			
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RdC}	2,5			
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,5			
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RdC}	1,74E-02			
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-14			
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ _{air}	1,75E-04			
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,15			
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30			
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40			
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RdC}	50			
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,00001			
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,0005			
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-05			
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	4,40E-08			
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,15			
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,22E-06			
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,08E+01			
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	1,19E-05	2,85E-05	1,92E-05	7,40E-05

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57				
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,64	0,64				
Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RdC}	1,19E-05	1,19E-05	2,85E-05	1,92E-05	1,92E-05	7,40E-05
Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	2,56E-06	1,46E-06	6,11E-06	4,11E-06	2,35E-06	1,59E-05
	VTR _{inhal}	9,75E+00	2,60E-05	3,00E+03	2,60E+02	2,50E-06	2,17E+02
		µg/m3	(µg/m3)-1	µg/m3	µg/m3	(µg/m3)-1	µg/m3
Niveau de Risque		IR	ERI	IR	IR	ERI	IR
		2,62E-07	3,80E-11	0,000	1,58E-08	5,88E-12	7,32E-08

Niveau de Risque - somme des BTEX	IR	3,53E-07
	ERI	4,39E-11



Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Ali C8-C10	Ali C10-C12	Ali C12-C16	Aro C7-C8	Aro C8-C10	Aro C10-C12	Aro C12-C16
Unité	Substance(s) retenue(s) :	Abr.							
m	Désignation	Lt							
kg/m3	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	ρs							
adim.	Masse volumique du sol	foc							
Pa.m3/mol.K	Fraction Carbone Organique	R							
Kelvin	Constante des gaz parfaits	T							
Pa.m3/mol	Température	He							
adim.	Constante de Henry	Koc	8,00E+01	1,20E+02	5,20E+02	2,70E-01	4,80E-01	1,40E-01	5,30E-01
L/Kg	Coefficient de partage Matière organique eau	Kd	3,16E+04	2,52E+05	5,01E+06	1,26E+03	1,59E+03	2,51E+03	5,01E+03
m3/Kg	Coefficient de partage sol-eau	n	0,06324	0,5042	10,024	0,002518	0,00317	0,005024	0,010024
	Porosité	Vw							
	Fraction volumique d'eau du sol	Va							
	Fraction volumique d'air du sol	Csa							
mg/m3	Concentration Air du sol		911,14	1558,15	483,21	11,26	163,80	335,79	104,01
µg/m3									
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RdC}							
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RdC}							
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RdC}							
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER							
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RdC}							
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv							
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ _{air}							
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}							
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}							
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP							
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RdC}							
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}							
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}							
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}							
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}							
m	épaisseur du plancher	L _{crack}							
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}							
adim	Nombre de PECLET	P _E							
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06	2,53E-06
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C _{RdC}	0,00231	0,00394	0,00122	0,000028	0,000414	0,000850	0,000263

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil
T/Tm	Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours							
F	Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée							
ti	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	2,31E-03	3,94E-03	1,22E-03	2,85E-05	4,14E-04	8,50E-04	2,63E-04
C _{RdC}	Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	4,95E-04	8,46E-04	2,62E-04	6,11E-06	8,89E-05	1,82E-04	5,65E-05
CI								
VTRinhal		1000	1000	1000	400	200	200	200
		µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
	Niveau de Risque	IR	IR	IR	IR	IR	IR	IR
		4,95E-07	8,46E-07	2,62E-07	1,53E-08	4,45E-07	9,12E-07	2,82E-07

Niveau de Risque - somme des HCT

Niveau de Risque - somme des HCT + HAP + BTEX



Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETINGER			Trichloroéthylène	
Unité	Substance(s) retenue(s) : Désignation	Abr.		
mg/Kg MS	Concentration dans le sol	Cs	0,001	
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt		
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s		
adim.	Fraction Carbone Organique	foc		
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R		
Kelvin	Température	T		
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	1,04E+03	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	4,44E-01	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	1,11E+02	
m3/Kg	Porosité	n	0,000222	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw		
	Fraction volumique d'air du sol	Va		
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa	7,99	
$\mu\text{g}/\text{m}^3$				
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	7,90E-06	
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	9,10E-10	
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,09E-06	
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	1,11E-12	
m^2/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,09E-06	
m	Longueur du rez de chaussée	L_{RdC}		
m	Largeur du rez de chaussée	W_{RdC}		
m	hauteur du rez de chaussée	H_{RdC}		
h^{-1}	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER		
$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q_{RdC}		
m^2	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kV		
$\text{g.cm}^{-1}.\text{s}^{-1}$	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}		
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L_{crack})	Z_{crack}		
m	Périmètre de jonction sol - mur	X_{crack}		
$\text{g.cm}^{-1}.\text{s}^{-2}$	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP		
m^2	Surface du rez de chaussée	A_{RdC}		
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f_{of}		
m^2	Surface totale des ouvertures du plancher	A_{crack}		
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r_{crack}		
$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q_{entrant}		
m	épaisseur du plancher	L_{crack}		
m^2/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D_{crack}		
adim	Nombre de PECLET	P_E		
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	2,53E-06	
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	0,000020	

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm		
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F		
Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	2,02E-05	2,02E-05
Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	4,34E-06	2,48E-06
	VTRinhal	6,00E+02	4,30E-07
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Niveau de Risque		IR	ERI
		7,23E-09	1,07E-12

Niveau de Risque - somme des COHV

Niveau de Risque - somme des HCT + HAP + BTEX + COHV



A4.2	Etudes des incertitudes et analyse de sensibilité
-------------	--

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES HAP							
NAPHTALENE							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,89E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,25E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	5,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,20E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,70E+01				ANSES, 2013
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	5,60E-06				ANSES, 2013
Acénaphthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,47E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	4,58E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,21E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,69E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Acénaphthylène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,12E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,73E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,50E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Anthracène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,04E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,57E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,28E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,72E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-05				INERIS
Fluorène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,20E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,71E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,56E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,79E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Phénanthrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,98E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,29E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	5,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,70E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Benzo(a)anthracène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,01E-06				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,58E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	5,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,00E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS
Chrysène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,50E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,33E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	2,48E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,21E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-05				INERIS
Fluoranthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,50E+00				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,20E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,90E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Pyrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,10E-03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,80E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	2,72E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,24E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-06				INERIS
Benzo(a)pyrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,00E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,07E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,50E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-03				OEHA, 2002
Benzo(b)fluoranthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,56E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,50E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,30E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,13E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS
Benzo(k)fluoranthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	8,00E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,90E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,30E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,13E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS
Dibenzo(a,h)anthracène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,80E-03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,40E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	4,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,20E-03				OEHA, 2003
Benzo(g,h,i)perilène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,70E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	9,60E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	4,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	4,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-05				RISC RISC INERIS
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,90E-02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,30E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	3,10E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	5,10E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,10E-04				INERIS

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES BTEX							
Benzene							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,58E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,00E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,80E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	9,75E+00				ATSDR, 2007
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,60E-05				ANSES, 2013
Toluene							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	6,73E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,00E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,70E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	8,60E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,00E+03				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				ANSES, 2010
Ethylbenzene							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	8,20E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,42E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,50E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,80E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,60E+02				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,50E-06				ATSDR, 2010 OEHA, 2007
Xylenes							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	7,32E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,40E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,40E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,17E+02				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				ATSDR, 2007

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES HCT							
Ali C5-C6							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	8,18E+04				
		adim	3,30E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	7,94E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,84E+04				TPHCWG
Ali C6-C8							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,24E+05				
		adim	5,00E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,98E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,84E+04				TPHCWG
Ali C8-C10							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,98E+05				
		adim	8,00E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,16E+04				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+03				TPHCWG
Ali C10-C12							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,98E+05				
		adim	1,20E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,52E+05				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+03				TPHCWG
Ali C12-C16							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,29E+06				
		adim	5,20E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,01E+06				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+03				TPHCWG
Aro C7-C8							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	6,69E+02				
		adim	2,70E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,26E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	4,00E+02				TPHCWG
Aro C8-C10							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,19E+03				
		adim	4,80E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,59E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				TPHCWG
Aro C10-C12							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,47E+02				
		adim	1,40E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,51E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				TPHCWG
Aro C12-C16							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,31E+02				
		adim	5,30E-01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,01E+03				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,00E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				TPHCWG

Désignation	Abr.	Unité	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES SPECIFIQUES DES COHV							
Dichlorométhane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,57E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,91E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,02E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	6,40E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,10E+03				ATSDR, 2000
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,00E-06				OEHA
Trichlorométhane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,84E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,00E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,04E-04				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,00E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,30E+01				ANSES, 2008
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,30E-05				US EPA, 2001
Chlorure de Vinyle							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,73E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	8,00E+00				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,06E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,20E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	1,00E+02				US EPA, 2000
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	3,80E-06				ANSES, 2012
Trichloroéthylène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,04E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	1,11E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,90E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,10E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,00E+02				OEHA, 2005
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	4,30E-07				OMS, 2000
Tétrachloroéthylène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,84E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,47E+02				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,20E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	8,20E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				OMS CICAD 200
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,60E-07				US EPA, 2012
1,1-Dichloroéthane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,69E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	4,60E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,42E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,05E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	Nd				
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	1,60E-06				OEHA, 2009
1,2-Dichloroéthane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,83E+01				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,30E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,04E-05				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,00E+03				ATSDR, 2001
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	2,60E-05				US EPA, 1991
1,1-Dichloroéthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	2,83E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	6,50E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,70E-04				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,90E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	2,00E+02				US EPA, 2002
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Cis-1,2-Dichloroéthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	4,07E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,55E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,36E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,13E-09				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,00E+01				RIVM, 2009
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Trans-1,2-Dichloroéthène							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	9,52E+02				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	3,80E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,70E-06				
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,19E-10				
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	6,00E+01				RIVM, 2009
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Acétone							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	3,87E-05				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	5,75E-01				J&E
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					J&E
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,24E-05				J&E
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,14E-09				J&E
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,09E+04				ATSDR, 1994
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Méthyléthylcétone							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	5,58E-05				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	2,30E+00				J&E
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					J&E
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	8,08E-06				J&E
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	9,80E-10				J&E
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	5,00E+03				US EPA, 2003
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Méthyl Isobutyl Cétone							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,38E-04				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	9,06E+00				J&E
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					J&E
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	7,50E-06				J&E
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	7,80E-10				J&E
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	3,00E+03				US EPA, 2003
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
Méthanol							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,35E-04				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	0,00E+00				RISC
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					RISC
Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	m²/s	1,60E-05				RISC
Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	m²/s	1,60E-09				RISC
VTR inhal a seuil	DJA	µg/m3	4,00E+03				OEHA, 2003
VTR inhal sans seuil	ERU	(µg/m3)-1	Nd				
1,1,1-trichloroéthane							
Constante de Henry	He	Pa.m3/mol	1,87E+03				
Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	L/Kg	4,88E+01				
Coefficient de partage sol-eau	Kd	mg/Kgms/mg/leau					

Désignation	Unité	Abr.	Valeur			loi de distribution	ref. biblio
			moyenne	min	max		
PARAMETRES GENERAUX							
Constante des gaz parfaits	Pa.m3/mol.K	R	8,314	268	298	normale	VOLASOIL
Température	Kelvin	T	283				
Profondeur de la source Pollution / surface du sol	m	Lt	1	1500	1800	normale	J&E
Chemin convectif : épaisseur du plancher (dalle béton...)	m	Lbéton	0,15				
Masse volumique du sol	kg/m3	μ	1600				
Fraction Carbone Organique	KgCO/KgMS	foc	0,002				
Fraction volumique d'eau du sol		Vw	0,076				
Fraction volumique d'air du sol		Va	0,314				
Perméabilité à l'air du sol (sablo-limoneux)	m ²	ka	1,00E-10				
Viscosité dynamique de l'air	g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	v	1,75E-04				J&E
Différence de pression entre l'air du sol et l'air du bâtiment	g.cm ⁻¹ .s ⁻²	dP	40,0				J&E

PARAMETRES DU SITE D'ETUDE							
Hauteur bat	m	hb	2,5	0,000001	0,0001	normale	VOLASOIL
Longueur	m	lb	10				
Largeur	m	Wb	5				
Fraction d'ouverture dans le plancher	m ² /m ²	fof	0,0001				
Nombre d'ouverture dans le plancher	/m ²	n	0,2				
Taux de renouvellement de l'air du bâtiment	/h	ERbat	0,2	0,17	1	normale	J&E

PARAMETRES DU BUDGET ESPACE TEMPS							
Dans le bâtiment							
Durée d'exposition (T en années)	années	T	40	20	40	Uniforme	
Temps de pondération : Durée d'exposition / Tm = 70 ans	-	T/Tm	0,57				
Nombre annuel de jours d'exposition (N)	jours	N	250,0	335	365	Triangulaire	
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	-	F	0,7				
Nombre d'heure d'exposition par jour	heures	n	10,0	6	10	Triangulaire	
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	-	ti	0,42				

Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETINGER			Naphtalène	Acénaphène	Acénaphylène
Unité	Substance(s) retenue(s) : Désignation	Abr.			
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	1		
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s	1600		
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002		
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144		
Kelvin	Température	T	283		
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	4,89E+01	1,47E+01	1,12E+01
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	1,25E+03	4,58E+03	2,73E+03
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	0,0025	0,009156	0,00546
m3/Kg	Porosité	n	0,39		
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,076		
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,314		
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa	0,00	0,00	0,00
$\mu\text{g}/\text{m}^3$			2,05	0,03	0,02
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	5,40E-06	4,21E-06	4,40E-06
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	7,20E-10	7,69E-10	7,50E-10
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	7,47E-07	5,82E-07	6,09E-07
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	8,80E-13	9,40E-13	9,17E-13
m^2/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	7,47E-07	5,83E-07	6,09E-07
m	Longueur du rez de chaussée	L_{RdC}	10		
m	Largeur du rez de chaussée	W_{RdC}	5		
m	hauteur du rez de chaussée	H_{RdC}	2,5		
h^{-1}	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,17		
$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q_{RdC}	5,90E-03		
m^2	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-10		
$\text{g.cm}^{-1}.\text{s}^{-1}$	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}	1,75E-04		
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L_{crack})	Z_{crack}	0,15		
m	Périmètre de jonction sol - mur	X_{crack}	30		
$\text{g.cm}^{-1}.\text{s}^{-2}$	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40		
m^2	Surface du rez de chaussée	A_{RdC}	50		
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f_{of}	0,0001		
m^2	Surface totale des ouvertures du plancher	A_{crack}	0,005		
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r_{crack}	1,67E-04		
$\text{m}^3.\text{s}^{-1}$	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q_{entrant}	5,75E-04		
m	épaisseur du plancher	L_{crack}	0,15		
m^2/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D_{crack}	7,47E-07		
adim	Nombre de PECLET	P_E	2,31E+04		
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	5,94E-03	4,70E-03	4,90E-03
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	1,22E-02	1,41E-04	9,80E-05

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil	Effet sans seuil
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57		
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,68	0,68		
Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	ti	0,42	0,42		
Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	C_{RdC}	1,22E-02	1,22E-02	1,41E-04	9,80E-05
	CI	3,48E-03	1,99E-03	2,30E-05	1,60E-05
	VTRinhal	3,70E+01	5,60E-06	1,10E-06	1,10E-06
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
Niveau de Risque		IR	ERI	ERI	ERI
		1,29E-01	1,11E-08	2,53E-11	1,76E-11

Niveau de Risque - somme des HAP	IR	1,29E-01
	ERI	1,12E-08



Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Benzene	Toluene	Ethylbenzene	Xylenes
Substance(s) retenue(s) :						
Unité	Désignation	Abr.				
mg/Kg MS	Concentration dans le sol	Cs				
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt	1			
kg/m3	Masse volumique du sol	ρs	1600			
adim.	Fraction Carbone Organique	foc	0,002			
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R	8,3144			
Kelvin	Température	T	283			
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	5,58E+02	6,73E+02	8,20E+02	7,32E+02
adim.			2,37E-01	2,86E-01	3,48E-01	3,11E-01
L/Kg	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	6,00E+01	1,00E+02	2,42E+02	2,40E+02
m3/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	0,00012	0,0002	0,0004838	0,00048
	Porosité	n	0,39			
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw	0,076			
	Fraction volumique d'air du sol	Va	0,314			
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa				
µg/m3			4,71	11,26	7,58	29,27
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	8,80E-06	8,70E-06	7,50E-06	8,40E-06
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	9,80E-10	8,60E-10	7,80E-10	1,00E-09
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,22E-06	1,20E-06	1,04E-06	1,16E-06
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	1,20E-12	1,05E-12	9,54E-13	1,22E-12
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,22E-06	1,20E-06	1,04E-06	1,16E-06
m	Longueur du rez de chaussée	L _{RdC}	10			
m	Largeur du rez de chaussée	W _{RdC}	5			
m	hauteur du rez de chaussée	H _{RdC}	2,5			
h ⁻¹	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER	0,17			
m³.s ⁻¹	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q _{RdC}	5,90E-03			
m²	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kv	1,00E-10			
g.cm ⁻¹ .s ⁻¹	Viscosité dynamique de l'air	μ _{air}	1,75E-04			
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L _{crack})	Z _{crack}	0,15			
m	Périmètre de jonction sol - mur	X _{crack}	30			
g.cm ⁻¹ .s ⁻²	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP	40			
m²	Surface du rez de chaussée	A _{RdC}	50			
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f _{of}	0,0001			
m²	Surface totale des ouvertures du plancher	A _{crack}	0,005			
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r _{crack}	1,67E-04			
m³.s ⁻¹	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q _{entrant}	5,75E-04			
m	épaisseur du plancher	L _{crack}	0,15			
m²/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D _{crack}	1,22E-06			
adim	Nombre de PECLET	P _E	1,42E+04			
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	9,32E-03	9,23E-03	8,06E-03	8,94E-03
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	4,39E-02	1,04E-01	6,11E-02	2,62E-01

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet sans seuil	Effet à seuil
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm	1	0,57				
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F	0,68	0,68				
Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	ti	0,42	0,42				
Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	C _{RdC}	4,39E-02	4,39E-02	1,04E-01	6,11E-02	6,11E-02	2,62E-01
	CI	1,25E-02	7,16E-03	2,97E-02	1,74E-02	9,96E-03	7,47E-02
	VTR _{inhal}	9,75E+00	2,60E-05	3,00E+03	2,60E+02	2,50E-06	2,17E+02
		µg/m3	(µg/m3)-1	µg/m3	µg/m3	(µg/m3)-1	µg/m3
Niveau de Risque		IR	ERI	IR	IR	ERI	IR
		1,29E-03	1,86E-07	0,000	6,71E-05	2,49E-08	3,44E-04

Niveau de Risque - somme des BTEX	IR	1,71E-03
	ERI	2,11E-07



Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETTINGER			Ali C8-C10	Ali C10-C12	Ali C12-C16	Aro C7-C8	Aro C8-C10	Aro C10-C12	Aro C12-C16
Unité	Substance(s) retenue(s) :	Abr.							
m	Désignation								
kg/m3	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt							
adim.	Masse volumique du sol	ρ_s							
Pa.m3/mol.K	Fraction Carbone Organique	foc							
Kelvin	Constante des gaz parfaits	R							
Pa.m3/mol	Température	T							
adim.	Constante de Henry	He	8,00E+01	1,20E+02	5,20E+02	2,70E-01	4,80E-01	1,40E-01	5,30E-01
L/Kg	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	3,16E+04	2,52E+05	5,01E+06	1,26E+03	1,59E+03	2,51E+03	5,01E+03
m3/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	0,06324	0,5042	10,024	0,002518	0,00317	0,005024	0,010024
	Porosité	n							
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw							
	Fraction volumique d'air du sol	Va							
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa	911,14	1558,15	483,21	11,26	163,80	335,79	104,01
$\mu\text{g}/\text{m}^3$									
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05	1,00E-05
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09	1,00E-09
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06
m^2/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12	1,22E-12
m^2/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06	1,38E-06
m	Longueur du rez de chaussée	L_{RdC}							
m	Largeur du rez de chaussée	W_{RdC}							
m	hauteur du rez de chaussée	H_{RdC}							
h^{-1}	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER							
$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q_{RdC}							
m^2	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kV							
$\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}							
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L_{crack})	Z_{crack}							
m	Périmètre de jonction sol - mur	X_{crack}							
$\text{g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP							
m^2	Surface du rez de chaussée	A_{RdC}							
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f_{of}							
m^2	Surface totale des ouvertures du plancher	A_{crack}							
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r_{crack}							
$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	Q_{entrant}							
m	épaisseur du plancher	L_{crack}							
m^2/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D_{crack}							
adim	Nombre de PECLET	P_E							
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	1,05E-02	1,05E-02	1,05E-02	1,05E-02	1,05E-02	1,05E-02	1,05E-02
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	9,53002	16,29738	5,05411	0,117774	1,713260	3,512197	1,087889

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil	Effet à seuil
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm							
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F							
Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	t_i	9,53E+00	1,63E+01	5,05E+00	1,18E-01	1,71E+00	3,51E+00	1,09E+00
Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	C_{RdC}	2,72E+00	4,65E+00	1,44E+00	3,36E-02	4,89E-01	1,00E+00	3,10E-01
	CI							
	VTRinhal	1000	1000	1000	400	200	200	200
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Niveau de Risque		IR	IR	IR	IR	IR	IR	IR
		2,72E-03	4,65E-03	1,44E-03	8,40E-05	2,44E-03	5,01E-03	1,55E-03

Niveau de Risque - somme des HCT

Niveau de Risque - somme des HCT + HAP + BTEX



Transfert vapeurs : modélisation par JOHNSON & ETINGER			Trichloroéthylène	
Unité	Substance(s) retenue(s) : Désignation	Abr.		
mg/Kg MS	Concentration dans le sol	Cs	0,001	
m	Profondeur entre la source de contamination et la surface du bâtiment	Lt		
kg/m3	Masse volumique du sol	ρ_s		
adim.	Fraction Carbone Organique	foc		
Pa.m3/mol.K	Constante des gaz parfaits	R		
Kelvin	Température	T		
Pa.m3/mol	Constante de Henry	He	1,04E+03	
adim.	Coefficient de partage Matière organique eau	Koc	4,44E-01	
L/Kg	Coefficient de partage sol-eau	Kd	1,11E+02	
m3/Kg	Porosité	n	0,000222	
	Fraction volumique d'eau du sol	Vw		
	Fraction volumique d'air du sol	Va		
mg/m3	Concentration Air du sol	Csa	7,99	
µg/m3				
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air libre	Da	7,90E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau	Dw	9,10E-10	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'air du sol	Dsa	1,09E-06	
m²/s	Coeff. Diffusion dans l'eau du sol	Dpw	1,11E-12	
m²/s	Coeff. Diffusion équivalent dans l'eau et l'air du sol	Ddiff	1,09E-06	
m	Longueur du rez de chaussée	L_{RdC}		
m	Largeur du rez de chaussée	W_{RdC}		
m	hauteur du rez de chaussée	H_{RdC}		
h^{-1}	Taux de renouvellement de l'air du rez de chaussée	ER		
$m^3.s^{-1}$	Taux de ventilation dans le rez de chaussée	Q_{RdC}		
m^2	Perméabilité à l'air du sol (type de sol)	kV		
$g.cm^{-1}.s^{-1}$	Viscosité dynamique de l'air	μ_{air}		
m	Profondeur des fissures = épaisseur du plancher (= L_{crack})	Z_{crack}		
m	Périmètre de jonction sol - mur	X_{crack}		
$g.cm^{-1}.s^{-2}$	Différence de pression entre l'air du sol et l'air du rez de chaussée	ΔP		
m^2	Surface du rez de chaussée	A_{RdC}		
Adim	Fraction d'ouvertures dans le plancher du rez de chaussée	f_{of}		
m^2	Surface totale des ouvertures du plancher	A_{crack}		
m	Rayon équivalent des fissures du plancher	r_{crack}		
$m^3.s^{-1}$	Flux de gaz issu du sol et pénétrant dans le rez de chaussée	$Q_{entrant}$		
m	épaisseur du plancher	L_{crack}		
m^2/s	Coefficient de diffusion effectif à travers les fissures du plancher du rez de chaussée	D_{crack}		
adim	Nombre de PECLET	P_E		
adim	Coefficient de transfert de l'air du sol vers l'atmosphère confinée du rez de chaussée	α	8,45E-03	
µg/m3	Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	0,067546	

Concentration inhalée		Effet à seuil	Effet sans seuil
Fréquence d'exposition : Nombre de jours d'exposition / 365 jours	T/Tm		
Fraction du temps d'exposition à la concentration C1 pendant une journée	F		
Concentration de la substance dans l'air ambiant du rez de chaussée	C_{RdC}	6,75E-02	6,75E-02
Concentration moyenne inhalée dans le rez de chaussée	CI	1,93E-02	1,10E-02
	VTRinhal	6,00E+02	4,30E-07
		µg/m3	(µg/m3)-1
Niveau de Risque		IR	ERI
		3,21E-05	4,74E-09

Niveau de Risque - somme des COHV

Niveau de Risque - somme des HCT + HAP + BTEX + COHV



CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés. Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au-delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Marseille sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.