

Rezé, le **21 DEC. 2020**

Hervé Neau
Maire

Direction Générale Territoires et Cadre de Vie
Mission Santé Environnement
Dossier suivi par Emilie ROSSA
Emilie.ROSSA@mairie-reze.fr

Marc Jehanno
A l'attention du COLLECTIF JARDINNOUES
34 rue Emile Redor
44400 REZE

N. Réf. : MSEAC/08-12-2020/9249

Objet : En réponse à votre demande de communication de l'étude de pollution des sols du jardin collectif Jardinnoues

Madame, Monsieur,

En juillet 2019, la Ville a reçu les représentants de votre collectif, suite à la présence supposée d'une pollution métallique sur le site. Par courrier du 16 juillet 2019, la Ville a proscrit toute activité de jardinage sur le jardin collectif « Jardinnoues » en application du principe de précaution. Il a également été convenu que des analyses complémentaires seraient menées afin de convenir avec les usagers du site des suites à donner quant à l'utilisation de ce terrain.

Des investigations sur les sols ont donc été conduites en 2020 par le bureau d'étude Fondasol, à la demande de la Ville.

Afin de vous en présenter les résultats, ainsi que l'état des réflexions de la Ville sur ce sujet et de pouvoir croiser nos approches, je vous invite à une réunion de présentation et d'échanges le :

Mardi 5 janvier 2021, de 18h à 19h30
A l'Hôtel de Ville de Rezé, salle Moyano Delgado (entrée par les jardins)

Pour vous permettre de prendre connaissance de ces éléments en amont de la réunion, vous trouverez ci-joint le rapport d'analyse établi par Fondasol.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.

Pour le maire,
l'adjoint délégué,
Jean-Louis Gaglione

PJ :2

3 1 DEC 1951

fondasol



REZE (44)

**Investigations sur les sols et les terres à excaver et
analyses des risques sanitaires**

Rapport n° PR.44.EN.20.0059 – 001 – 1ère diffusion – 22/09/2020

la Ville de Rezé

**Projet de potagers
Barbonnerie
REZE (44)**



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

www.lne.fr

VOTRE AGENCE

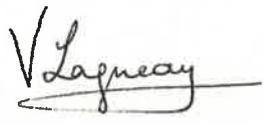
Agence de Nantes
12 rue Léon Gaumont – ZA de la Pentecôte
44700 – ORVAULT

☎ 02.51.77.86.50
✉ environnement.nantes@fondasol.fr

FTQ I65- Indice B

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.165-indB

Rév.	Date	Nb pages	Modifications	Chef de projet	Superviseur
-	22/09/2020	42 + annexes	1 ^{ère} diffusion	F.FERCHAUD 	V. LAGNEAU 
A					
B					
C					

SOMMAIRE

Sommaire	3
A. Contexte et objectif de notre mission	7
A.1. Cadre de la mission	7
A.2. Limites de la méthode	8
A.2.1. Etude documentaire	8
A.2.2. Investigations	8
A.2.3. Gestion d'une pollution identifiée	8
B. Présentation du site et du projet	9
B.1. Description générale du site	9
B.2. Projet d'aménagement	9
C. Prélèvements, mesures, observations et analyses sur les sols et terres à excaver (A200 et A260)	11
C.1. Rappel du contexte et objectifs des prélèvements	11
C.2. Stratégie d'investigations	11
C.3. Déroulement de la campagne de la campagne de prélèvements de sols	12
C.4. Observations de terrain	13
C.5. Sélection des échantillons	13
D. interprétation des résultats des investigations (A270)	16
D.1. Valeurs de référence	16
D.1.1. Valeurs de référence pour les sols	16
D.1.2. Valeurs de référence pour les terres excavées	17
D.2. Examen de la qualité des sols	17
D.2.1. Présentation des résultats	17
D.2.2. Interprétation des résultats	19
D.3. Examen de la qualité des terres excavées ou à excaver	19
D.3.1. Présentation des résultats	19
D.3.2. Interprétation des résultats pour évacuation en installations de stockage ou de valorisation	21
D.4. Synthèse cartographique des résultats	22
D.5. Schéma conceptuel	23
D.5.1. Rappel du projet	23
D.5.2. Rappel du bilan de l'état des milieux	23
D.5.3. Voies de transfert et milieux d'exposition	23
D.5.4. Cibles concernées	23
D.5.5. Représentation graphique du schéma conceptuel	24
D.6. Conclusions et recommandations	24
E. Analyse des enjeux sanitaires (A320)	25
E.1. Méthodologie - Présentation de la démarche	25

E.2.	Sélection des substances et des concentrations	26
E.3.	Etape 1 : Identification des dangers	28
E.3.1.	Effets à seuil (déterministes)	28
E.3.2.	Effets sans seuils (probabilistes)	28
E.4.	Etape 2 : Estimation de la relation doses-réponses et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)	29
E.5.	Etape 3 : Estimation des expositions	31
E.5.1.	Définition du budget espace-temps	31
E.5.2.	Présentation de l'outil de modélisation	31
E.5.3.	Estimation des concentrations dans les végétaux	33
E.5.4.	Estimation des expositions par ingestion de sol et de végétaux	35
E.6.	Etape 4 : Calculs de risques sanitaires	35
E.6.1.	Evaluation des risques à effet seuil : calcul du QD	35
E.6.2.	Evaluation des risques à effets sans seuils : calculs de l'ERI	36
E.6.3.	Conclusions sur l'acceptabilité des risques résiduels	36
E.7.	Discussions sur les incertitudes et étude de sensibilité	38
F.	Résumé technique et conclusions	39
G.	Recommandations	40
G.1.	Gestion des risques sanitaires	40
G.2.	Gestion des futurs déblais	40
G.3.	Conservation de la mémoire	40
ANNEXES		41
1.	Conditions Générales de service	42
2.	abréviations	45
3.	Normes et Methodologie	47
	Methodologie nationale des sites et sols pollués	47
	Normes de prélèvement et documents de références	47
4.	Fiches de prélèvement des sols et les terres à excaver	49
5.	Résultats des essais de laboratoire des sols et les terres à excaver	50
6.	Sélection des VTR	51
7.	Estimation des concentrations dans les différents milieux	58
8.	Paramètres retenus pour l'exposition	62
9.	Présentation des valeurs de risques	66
10.	Export MODUL'ERS	68

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique et cadastral du site d'étude (Source IGN©) _____	10
Figure 2 : Localisation des investigations _____	12
Figure 3 : Synthèse cartographique des investigations réalisées dans les sols et les terres à excaver _____	22
Figure 4 : Logigramme de sélection des VTR _____	52
Figure 5 : Schéma du devenir des polluants dans les systèmes sol-air-plante _____	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Stratégie d'investigations _____	11
Tableau 2 : Coordonnées des points de prélèvements des sondages _____	12
Tableau 3 : Synthèse du programme analytique _____	15
Tableau 4 : Gammes de valeurs de bruit de fond pédo-géochimique considérés (en mg/kg MS) _____	16
Tableau 5 : Résultats analytiques dans les sols _____	18
Tableau 6 : Résultats analytiques sur les terres à excaver _____	20
Tableau 7 : Schéma conceptuel actualisé à l'issue du diagnostic _____	24
Tableau 8 : Substances et teneurs retenues dans l'Analyse des Risques Résiduels pour les voies directes _____	27
Tableau 9 : Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie ingestion _____	30
Tableau 10 : Paramètres du budget espace-temps _____	31
Tableau 11 : Concentrations calculées dans les végétaux (poids frais) _____	33
Tableau 12 : Valeurs de références des teneurs maximales admissibles en plomb dans les végétaux. _____	34
Tableau 13 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les futurs consommateurs de fruits et légumes autoproduits _____	37
Annexe - Tableau 14 : Prestations concernées _____	47
Annexe - Tableau 15 : Classification en termes de cancérogénicité _____	53
Annexe - Tableau 16 : Classification en termes de mutagénicité (UE) _____	53
Annexe - Tableau 17 : Classification en termes d'effets toxiques pour la reproduction (UE) _____	54
Annexe - Tableau 18 : Définition des classes d'âges considérées _____	63
Annexe - Tableau 19 : Données d'entrée des modules SOLS _____	63
Annexe - Tableau 20 : Masse corporelle Bw de la cible (kg) _____	63
Annexe - Tableau 21 : Quantité de sol Fraction_Qs ingéré par jour (kgfrais/j) _____	63
Annexe - Tableau 22 : Masses de tubercules consommées par jour – Qveg (kgfrais/j) _____	64
Annexe - Tableau 23 : Part de la consommation de tubercules, exposée à la contamination – f_veg_exp) _____	64
Annexe - Tableau 24 : Masses de légumes feuilles consommées par jour – Qveg (kgfrais/j) _____	64
Annexe - Tableau 25 : Part de la consommation de légumes-feuilles, exposée à la contamination f_veg_exp _____	64
Annexe - Tableau 26 : Masses de légumes-fruits consommées par jour – Qveg (kgfrais/j) _____	64

Annexe - Tableau 27 : Part de la consommation de légumes-fruits, exposée à la contamination – f_veg_exp _____	64
Annexe - Tableau 28 : Masses de légumes-racines consommées par jour – Qveg' (kgfrais/j) ____	64
Annexe - Tableau 29 : Part de la consommation de légumes-racines, exposée à la contamination f_veg_exp _____	65

A. CONTEXTE ET OBJECTIF DE NOTRE MISSION

A.I. Cadre de la mission

Dans le cadre d'un Projet de potagers, la Ville de Rezé souhaite réaliser des investigations sur les sols et les terres à excaver suivies d'une analyse des risques sanitaires au droit du site localisé rue René Cassin (« la Barbonnerie ») afin de s'assurer de la compatibilité sanitaire entre les sols présents et le futur usage de potagers.

FONDASOL Environnement a donc été missionné pour la réalisation des investigations sur les sols et les terres à excaver et analyses des risques sanitaires (A200, A260, A270 et A320 suite à l'acceptation de notre devis référencé SQ.44EN.20.05.004.

Cette mission comprend les prestations suivantes (A200, A260, A270 et A320).

Cette étude a pour objectif de :

- définir la qualité des sols et des terres à excaver au droit du site,
- définir les filières d'évacuation des potentiels déblais issus du site d'étude,
- interpréter les résultats des investigations,
- vérifier la compatibilité sanitaire entre le site d'étude et le projet de potagers,

Afin de répondre à ces objectifs, ce rapport comprend :

- la description des prélèvements des sols (A200) et des terres à excaver (A260),
- l'interprétation des résultats d'analyses (A270) et la réalisation du schéma conceptuel,
- la réalisation d'une analyse des risques sanitaires (A320) afin de s'assurer de la compatibilité entre les sols présents et le futur usage prévu,
- les conclusions et recommandations de FONDASOL Environnement.

A.2. Limites de la méthode

Ce document a été établi pour un projet d'aménagement spécifique. Toute évolution de ce projet devra donner lieu à une actualisation du présent document. Tout changement d'usage ultérieur devra conduire à l'établissement de nouvelles mesures de gestion.

A.2.1. Etude documentaire

Conformément à votre demande, notre étude ne comprend pas d'étude historique et documentaire. L'absence de cette étude peut générer un manque de précision dans l'élaboration du programme d'investigation.

A.2.2. Investigations

Les prélèvements ne peuvent pas offrir une vision continue de l'état des terrains du site. L'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux prélèvements et/ou à plus grande profondeur, qui aurait échappé à nos investigations, ne peut être exclue.

D'autre part, le diagnostic permet d'établir un état des lieux de la qualité environnementale des milieux à un instant donné. La survenue d'un incident ou d'une pollution ultérieure à la réalisation des investigations de terrain dans le cadre du diagnostic peut remettre en cause la validité des résultats et des conclusions du diagnostic.

L'échantillonnage du fait de son caractère ponctuel ne permet pas de représenter la totalité des impacts anthropiques (activités et installations humaines ciblées, lors des investigations, en fonction des données disponibles).

FONDASOL Environnement n'est pas en mesure de préjuger de l'acceptation des terres odorantes ou présentant une couleur suspecte. L'acceptation des terres sera à vérifier auprès de la décharge. Des surcoûts supplémentaires peuvent donc être à prévoir.

Enfin, seule la réalisation de fouilles à la pelle mécanique permet de s'assurer de la présence ou non de DIB dans les terres de remblais. Les déchets enfouis, s'ils ne peuvent être triés à l'avancement des terrassements, peuvent générer des refus en filière ISDI ou en comblement de carrière acceptant les terres sulfatées.

A.2.3. Gestion d'une pollution identifiée

Cette étude ne permet pas de dimensionner ni d'évaluer les coûts de traitement d'une pollution qui serait mise en évidence, ni d'en déterminer les risques vis-à-vis de la santé humaine.

B. PRESENTATION DU SITE ET DU PROJET

B.1. Description générale du site

Le site d'étude est localisé rue René Cassin sur la commune de Rezé, dans le département de la Loire-Atlantique (44).

Il occupe les parcelles cadastrales n°604 et 389 de la section AR représentant une superficie totale de l'ordre de 500 m².

D'après la carte IGN, le site possède une altitude comprise entre +5 et +6 m NGF.

La topographie est globalement plane avec une légère pente descendante vers le sud-est.

Le site est bordé :

- Au nord et à l'est par des zones enherbées en friche et arborées puis la Sèvre nantaise,
- Au sud par un parking puis la rue René Cassin,
- Et à l'ouest par des logements.

La localisation géographique du site est présentée en Figure 1.

B.2. Projet d'aménagement

Le projet d'aménagement consiste en la mise en place de cultures potagères. Dans ce cadre aucun plan d'aménagement ne nous a été fourni.



Figure 1 : Localisation géographique et cadastrale du site d'étude (Source IGN©)

C. PRELEVEMENTS, MESURES, OBSERVATIONS ET ANALYSES SUR LES SOLS ET TERRES A EXCAVER (A200 ET A260)

C.1. Rappel du contexte et objectifs des prélèvements

Cette mission intervient dans le cadre d'un projet de mise en place de cultures potagères sur le site d'étude. La Ville de Rezé a donc souhaité réaliser des investigations sur les sols et les terres à excaver afin de caractériser ces milieux.

C.2. Stratégie d'investigations

Les investigations réalisées sur le secteur d'étude ont consistées en la réalisation de 5 sondages de sols, à la tarière mécanique et à la tarière manuelle conduits une profondeur maximale de 1.00 m.

La stratégie d'investigation est rappelée dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Stratégie d'investigations

Sondages	Enjeu		Profondeur prévisionnelle	Profondeur maximale atteinte
	Source potentielle de pollution	Aménagement projeté / Objectifs		
SD21	Cultures potagères	Vérification de la qualité des sols Vérification de la filière d'acceptation des terres à excaver	1.00 m TA	0.75 m TA
SD22			1.00 m TA	0.90 m TA
SD23			1.00 m TA	1.00 m TA
SD24			1.00 m TA	0.70 m TA
SD25			1.00 m TA	1.00 m TA

Les investigations ont été réalisées selon le programme communiqué par le client.

Les sondages SD21, SD22, SD24 n'ont pu être réalisés à la profondeur prévue compte tenu de refus à l'avancement liée à la présence de schiste compact (substratum).

La localisation des sondages est présentée dans la Figure page suivante.

L'ensemble de ces données de terrain a été consigné et est présenté en Annexe 4.



Figure 2 : Localisation des investigations

C.3. Déroulement de la campagne de la campagne de prélèvements de sols

Dans le but de sécuriser l'intervention vis-à-vis des réseaux enterrés, FONDASOL a lancé et traité les DICT. Les DICT ont été lancées le 18/05/2020.

La campagne d'investigations des sols a été réalisée le 10/06/2020.

Les coordonnées géographiques des sondages sont précisées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Coordonnées des points de prélèvements des sondages

Points de prélèvement	Coordonnées géographiques en Lambert 93	
	X	Y
SD21	356 102	6 686 772
SD22	356 114	6 686 777
SD23	356 109	6 686 791
SD24	356 102	6 686 788
SD25	356 108	6 686 784

FONDASOL a veillé au bon état du matériel utilisé pour la réalisation des sondages et a nettoyé les outils avant et entre chaque utilisation. Les sondages ont été immédiatement rebouchés avec les cuttings de forage.

Les prélèvements ont été réalisés par un technicien du Département Environnement de FONDASOL qui a procédé au relevé des coupes lithologiques et au prélèvement d'échantillons, à raison d'au moins un échantillon pour les couches 0-30 cm, 30 cm-60 cm et 60 cm-1,0 m maximum ou jusqu'à refus. De plus, il a reporté toutes les observations utiles à la sélection des échantillons (aspect, couleur, ...) dans les fiches de prélèvement.

Dès leur prélèvement, les échantillons ont été conditionnés dans des flacons spécifiques fournis par le laboratoire, étiquetés sur site afin d'en assurer la traçabilité et stockés en atmosphère réfrigérée afin d'assurer leur bonne conservation jusqu'à leur arrivée au laboratoire d'analyses.

Les échantillons sélectionnés ont été pris en charge par transporteur express le 10/06/2020. Les échantillons ont été réceptionnés par le laboratoire le 11/06/2020.

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire WESSLING certifié COFRAC.

C.4. Observations de terrain

De manière générale, les relevés lithologiques ont mis en évidence la présence :

- remblais sablo-graveleux caillouteux marron avec présence des déchets plastiques, de tuile, et des ferrailles pouvant atteindre au moins 1 m d'épaisseur,
- du limon graveleux, caillouteux marron clair à foncé avec présence des micas schistes en SD25 uniquement à partir de 55 cm de profondeur.

Aucun niveau d'eau n'a été reconcentré lors de ces sondages. Cette information est donnée à titre indicatif, seul un suivi piézométrique permettrait de définir le niveau des eaux souterraines au droit du site d'étude.

Aucun indice organoleptique de la présence de polluant n'a été observé lors de la réalisation des investigations.

Les échantillons prélevés ont fait l'objet de mesures PID sur le terrain, afin d'évaluer le potentiel de dégazage des sols en composés organiques volatils. L'ensemble de ces mesures semi-quantitatives a mis en évidence des valeurs de 0 ppm.

C.5. Sélection des échantillons

Sur la base des observations de terrain, 14 échantillons de sols ont été sélectionnés afin d'obtenir une caractérisation de l'ensemble des profondeurs et transmis au laboratoire pour analyses.

Ainsi, les échantillons envoyés en analyses et les paramètres recherchés sont présentés dans le

Tableau 3.

Tableau 3 : Synthèse du programme analytique

Sondages	Echantillons	Profondeur en m	Paramètres recherchés*
SD21	SD21/1	0.00 – 0.30	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD21/2	0.30 – 0.60	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD21/3	0.60 – 0.75	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
SD22	SD22/1	0.00 – 0.30	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD22/2	0.30 – 0.60	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD22/3	0.60 – 0.90	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
SD23	SD23/1	0.00 – 0.30	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD23/2	0.30 – 0.60	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD23/3	0.60 – 1.00	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
SD24	SD24/1	0.00 – 0.30	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD24/2	0.30 – 0.60	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
SD25	SD25/1	0.00 – 0.30	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD25/2	0.30 – 0.60	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + BTEX
	SD25/3	0.60 – 1.00	Pack 8 ETM + POC + HC C10-C40 + HAP + CAV
ISDI 4	SD21 à SD25		Packs ISDI

*HCT : Hydrocarbures C10-C40 ; HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques (16 selon EPA) ; BTEX : hydrocarbures mono-aromatiques (benzène, toluène, éthylbenzène ou xylènes) , POC : pesticides organochlorés ; 8 ETM : 8 éléments traces métalliques (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) ;

**ISDI 4 : Echantillon composite à partir des échantillons prélevés au droit des sondages SD21 à SD25, Analyse ISDI : analyse portant sur l'ensemble des seuils d'admissibilité en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) fixés par l'arrêté du 12/12/2014

D. INTERPRETATION DES RESULTATS DES INVESTIGATIONS (A270)

L'implantation des investigations, les protocoles de prélèvements, les observations et mesures de terrain, ainsi que les écarts constatés entre le programme d'investigations prévisionnel et les investigations effectivement réalisées sont présentés dans les paragraphes précédents.

D.I. Valeurs de référence

D.I.I. Valeurs de référence pour les sols

Conformément à la méthodologie pour la gestion des sites et sols pollués, nous rappelons que les concentrations doivent être comparées en priorité au bruit de fond ou fond géochimique local.

À cette fin, pour les métaux, les résultats d'analyses sur les sols sont comparés à titre indicatif, en l'absence de données régionales, aux données nationales issues du programme ASPITET sont utilisées. En l'absence de valeur caractérisant le bruit de fond pour les autres substances, un simple constat de présence ou d'absence a été réalisé en référence à des teneurs supérieures ou inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Les valeurs précitées sont présentées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Gammes de valeurs de bruit de fond pédo-géochimique considérés (en mg/kg MS)

Métaux et Métalloïde	Valeurs de l'ASPITET de l'INRA, un référentiel national reconnu			Fiches toxicologiques de l'INERIS	GIS Sol
	Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries (mg/kg)	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées (mg/kg)	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles (mg/kg)	Concentrations ubiquitaires (mg/kg)	Gamme de valeurs couramment observés dans les sols (mg/kg)
As	1,0 à 25,0	30 à 60 (1)	60 à 284 (1)	1 à 40	-
Cd	0,05 à 0,45	0,70 à 2,0 (1)(2)(3)(4)	2,0 à 46,3 (1)(2)(4)	0,1 à 0,2	0,02 à 0,50
Cr	10 à 90	90 à 150 (1)(2)(3)(4)(5)	150 à 3180 (1)(2)(3)(4)(5)(8)(9)	3 à 100	100 à 300
Cu	2 à 20	20 à 62 (1)(4)(5)(8)	65 à 160 (8)	10 à 40	20 à 50
Hg	0,02 à 0,10	0,15 à 2,3	A	0,03 à 0,15	-
Ni	2 à 60	60 à 130 (1)(3)(4)(5)	130 à 2076 (1)(4)(5)(8)(9)	20	2 à 20
Pb	9 à 50	60 à 90 (1)(2)(3)(4)	100 à 10180 (1)(3)	9 à 50	30 à 50
Zn	10 à 100	100 à 250 (1)(2)	250 à 11426 (1)(3)	10 à 300	5 à 75

Les numéros entre parenthèses renvoient à des types de sols effectivement analysés, succinctement décrits et localisés ci-après :

(1) zones de "métallotectes" à fortes minéralisations (à plomb, zinc, barytine, fluor, pyrite, antimoine) au contact entre bassins sédimentaires et massifs cristallins. Notamment roches liasiques et sols associés de la bordure nord et nord-est du Morvan (Yonne, Côte d'Or).

(2) sols argileux développés sur certains calcaires durs du Jurassique moyen et supérieur (Bourgogne, Jura).

(3) paléosols ferrallitiques du Poitou ("terres rouges").

(4) sols développés dans des "argiles à chailles" (Nièvre, Yonne, Indre).

(5) sols limono-sableux du Pays de Gex (Ain) et du Plateau Suisse.

(6) "bornais" de la région de Poitiers (horizons profonds argileux).

(7) sols tropicaux de Guadeloupe.

(8) sols d'altération d'amphibolites (région de - Indre).

(9) matériaux d'altération d'amphibolites (région de - Indre)

Pour les HAP et le naphthalène, la base de données BDSolU, donne pour les centiles 98, des bruits de fond en HAP de 14,7 mg/kg MS et en naphthalène de 0.15 mg/kg MS.

Pour l'interprétation des résultats analytiques, la légende suivante sera utilisée :

XXXX	Teneur inférieure à la limite de quantification de la méthode analytique
XXXX	Teneur supérieure à la limite de quantification de la méthode analytique et inférieure à la valeur de référence si elle existe
XXXX	Teneur supérieure à la valeur de référence de Fondasol

D.1.2. Valeurs de référence pour les terres excavées

Afin d'appréhender la gestion de terres qui seront potentiellement excavées dans le cadre du projet d'aménagement, les concentrations sur le sol brut ont été comparées aux critères d'acceptation définis dans l'arrêté du 12 décembre 2014 relatif aux Installations de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) ainsi qu'au seuils d'admission en ISDND et ISDD établis par la FNADE¹.

Pour l'interprétation des résultats analytiques, la légende suivante sera utilisée :

XXXX	Faible teneur ou teneur inférieure à la limite de quantification du laboratoire, non représentative d'une contamination des sols
XXXX	Teneur supérieur à la limite de quantification du laboratoire et inférieur à la valeur de référence Fondasol
XXXX	Teneur supérieure aux seuils d'admissibilité en ISDI fixé par l'ar.12/12/14 et entraînant non admissibilité des terres en ISDI

D.2. Examen de la qualité des sols

D.2.1. Présentation des résultats

Les bordereaux d'analyses sur les sols sont présentés en Annexe 5.

Le Tableau 5 présente la synthèse des résultats et la comparaison aux valeurs de références précitées.

¹ Fédération Nationale des Activités de Dépollution et de l'Environnement

Tableau 5 : Résultats analytiques dans les sols

Paramètres	Unité	SD21/1	SD21/2	SD21/3	SD22/1	SD22/2	SD22/3	SD23/1	SD23/2	SD23/3	SD24/1	SD24/2	SD25/1	SD25/2	SD25/3	Valeur de référence
Matière sèche	% MB	95,5	94,5	93,8	94,4	95,0	94,4	93,2	92,2	92,4	94,6	94,5	95,7	93,5	89,6	-
HC C10-C40																
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg	340	110	100	95	67	70	83	49	49	170	37	68	58	48	-
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	-
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	-
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	-
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg	230	73	68	64	46	49	61	35	34	90	24	48	41	31	-
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg	84	25	30	<20	<20	<20	<20	<20	<20	69	<20	<20	<20	<20	-
ETM																
Chrome (Cr)	mg/kg	34	30	33	26	27	43	23	13	15	20	19	25	38	47	90
Nickel (Ni)	mg/kg	23	24	26	19	19	28	18	14	18	16	15	17	28	27	60
Cuivre (Cu)	mg/kg	59	45	49	45	62	150	310	670	940	41	44	32	62	45	50
Zinc (Zn)	mg/kg	280	190	200	290	240	380	760	1700	2200	140	320	110	270	140	100
Arsenic (As)	mg/kg	46	30	47	41	40	92	71	110	140	27	22	57	80	35	25
Cadmium (Cd)	mg/kg	<0,9	0,5	<2,2	<1,0	<0,7	<1,3	<2,4	<5,3	<7,0	<0,5	<0,5	<0,5	<1,0	<0,5	0,45
Mercuré (Hg)	mg/kg	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,9	1,0	0,1	0,2	0,2	0,9	0,1	0,1
Plomb (Pb)	mg/kg	400	100	120	620	160	1100	490	1200	1400	93	630	63	170	65	50
Pesticides organochlorés (POC)																
Aldrine	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
o,p'-DDD	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
p,p'-DDD	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
o,p'-DDE	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
p,p'-DDE	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
Dieldrine	mg/kg	<0,14	<0,14	<0,15	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,15	<0,14	<0,15	<0,15	<0,14	<0,15	-
alpha-Hexachlorocyclohexane	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
beta-Hexachlorocyclohexane	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
gamma-Hexachlorocyclohexane (Lindane)	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
delta-Hexachlorocyclohexane	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
epsilon-Hexachlorocyclohexane	mg/kg	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,05	<0,06	<0,05	<0,05	<0,06	<0,05	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-
Solvants mono-aromatiques (BTEX)																
Benzène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Toluène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Ethylbenzène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
m-, p-Xylène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
o-Xylène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Cumène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Mésitylène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
o-Ethyltoluène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Pseudocumène	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-
Somme des CAV	mg/kg	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)																
Naphtalène	mg/kg	<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	0,15
Acénaphylène	mg/kg	0,15	0,06	<0,05	0,11	0,06	0,07	0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	0,07	0,13	-
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	-
Fluorene	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	0,12	-
Phénanthrène	mg/kg MS	0,17	0,26	0,11	0,86	0,16	0,30	0,54	0,26	0,21	0,10	0,15	0,23	1,1	1,6	-
Anthracène	mg/kg MS	0,16	0,11	0,05	0,15	0,07	0,13	0,16	0,10	0,08	<0,05	0,05	0,08	0,29	0,42	-
Fluoranthène	mg/kg MS	0,62	0,76	0,42	1,5	0,43	0,79	1,2	0,56	0,43	0,32	0,39	0,63	2,4	2,3	-
Pyrene	mg/kg MS	0,69	0,67	0,37	1,3	0,39	0,71	0,98	0,47	0,36	0,27	0,35	0,54	2,0	1,8	-
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,34	0,36	0,21	0,47	0,25	0,41	0,59	0,29	0,22	0,19	0,21	0,32	1,3	0,90	-
Chrysène	mg/kg MS	0,30	0,34	0,20	0,55	0,23	0,38	0,52	0,25	0,18	0,18	0,19	0,28	1,1	0,79	-
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,79	0,75	0,48	1,1	0,55	0,79	1,1	0,51	0,43	0,40	0,43	0,60	2,1	1,5	-
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,29	0,29	0,19	0,41	0,22	0,32	0,42	0,21	0,16	0,15	0,18	0,25	0,84	0,58	-
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,54	0,48	0,31	0,67	0,36	0,51	0,72	0,34	0,30	0,21	0,28	0,40	1,3	0,95	-
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,11	<0,1	<0,06	<0,12	<0,08	<0,1	<0,14	<0,07	<0,07	<0,05	<0,06	<0,08	<0,24	<0,16	-
Indénoc(123-cd)pyrène	mg/kg MS	0,46	0,41	0,27	0,57	0,33	0,43	0,61	0,30	0,29	0,18	0,24	0,33	1,0	0,75	-
Benzo(ghi)peryène	mg/kg MS	0,48	0,40	0,28	0,57	0,33	0,43	0,62	0,31	0,31	0,18	0,25	0,34	1,1	0,76	-
Somme des HAP	mg/kg MS	5,0	4,9	2,9	8,2	3,4	5,3	7,5	3,6	3,0	2,2	2,7	4,1	14,6	12,7	14,7

D.2.2. Interprétation des résultats

Les résultats d'analyses ont mis en évidence :

- Des impacts généralisés en métaux :
 - Cuivre avec des teneurs comprises entre 59 et 940 mg/kg MS ;
 - Zinc avec des teneurs comprises entre 110 et 2 200 mg/kg MS ;
 - Arsenic avec des teneurs comprises entre 27 et 140 mg/kg MS ;
 - Mercure avec des teneurs comprises entre 0.2 et 1.0 mg/kg MS ;
 - Plomb avec des teneurs comprises entre 63 et 1 400 mg/kg MS.
- La présence d'hydrocarbures, fractions C21-C40, sur l'ensemble des échantillons ;
- La présence généralisée de HAP avec des teneurs comprises entre 2.2 et 14.6 mg/kg MS, inférieures au bruit de fond.
- la non quantification de BTEX et de pesticides.

Une synthèse cartographique des anomalies dans les sols est présentée en Figure 3.

D.3. Examen de la qualité des terres excavées ou à excaver

D.3.1. Présentation des résultats

Les bordereaux d'analyses sur les sols sont présentés en Annexe 5.

Le Tableau 6 présente la synthèse des résultats et la comparaison aux valeurs de références précitées.

Tableau 6 : Résultats analytiques sur les terres à excaver

Désignation d'échantillon	Unité	Valeurs seuils	
		ISDI Ar.12/12/14	ISDI 4
Matière sèche	% mass MB	/	92.4
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	30000	28000
Hydrocarbures fractions C10-C40 (HC C10-C40)			
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	500	110
Solvants mono-aromatiques (BTEX)			
Somme des BTEX	mg/kg MS	6	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)			
Somme des HAP	mg/kg MS	50	6.8
Polychlorobiphényles (PCB)			
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	1	-/-
Lixiviation			
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0.01	<0,002
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	500	51
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	1000	<100
Phénol (indice)	mg/kg MS	1	<0,1
Fraction soluble	mg/kg MS	4000	1100
Fluorures (F)	mg/kg MS	10	4
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	800	<100
Chrome (Cr)	mg/kg MS	0.5	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	0.4	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	2	0.65
Zinc (Zn)	mg/kg MS	4	0.54
Arsenic (As)	mg/kg MS	0.5	0.39
Sélénium (Se)	mg/kg MS	0.1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0.04	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	20	0.33
Plomb (Pb)	mg/kg MS	0.5	0.41
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	0.5	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	0.06	<0,05

D.3.2. Interprétation des résultats pour évacuation en installations de stockage ou de valorisation

Au vu des résultats analytiques, les terres présentes sur le site d'étude ne présentent pas de dépassements analytiques des seuils d'admissibilité en ISDI fixés par l'arrêté du 12/12/14 et pourront donc être évacuées en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI).

De ce fait, les futurs déblais issus du site d'étude sont analytiquement admissibles en ISDI.

D.4. Synthèse cartographique des résultats

Les cartographies ci-dessous présentent une synthèse des principales anomalies pour l'ensemble des milieux investigués.

Une synthèse cartographique des anomalies dans les sols est présentée en Figure 3.

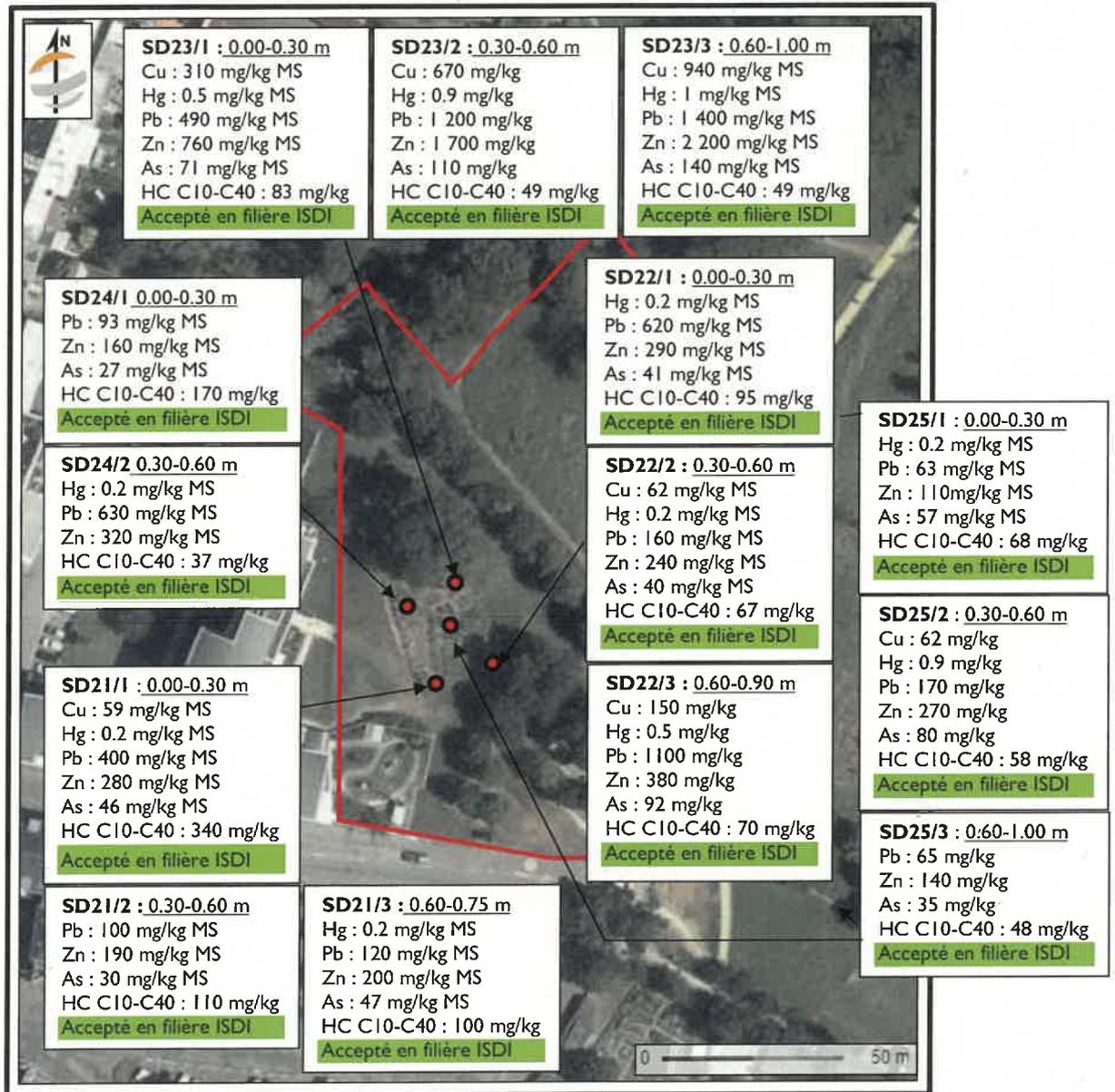


Figure 3 : Synthèse cartographique des investigations réalisées dans les sols et les terres à excaver

D.5. Schéma conceptuel

D.5.1. Rappel du projet

Le projet d'aménagement consiste en la mise en place de cultures potagères. Dans ce cadre aucun plan d'aménagement ne nous a été fourni.

D.5.2. Rappel du bilan de l'état des milieux

Les investigations et les résultats d'analyses ont mis en évidence :

- Des impacts généralisés et importants en métaux :
 - Cuivre avec des teneurs comprises entre 59 et 940 mg/kg MS ;
 - Zinc avec des teneurs comprises entre 110 et 2 200 mg/kg MS ;
 - Arsenic avec des teneurs comprises entre 27 et 140 mg/kg MS ;
 - Mercure avec des teneurs comprises entre 0.2 et 1.0 mg/kg MS ;
 - Plomb avec des teneurs comprises entre 63 et 1 400 mg/kg MS.
- Un impact en hydrocarbures, fractions C10-C40, sur l'échantillon SD21/I avec une teneur de 340 mg/kg MS. Les autres échantillons analysés présentent des teneurs faibles pour ce paramètre et proche de la limite de quantification ;
- Des impacts généralisés en HAP avec des teneurs comprises entre 2.2 et 14.6 mg/kg MS.
- L'absence de teneurs en hydrocarbures chlorés semi-volatils et en benzène et aromatiques supérieures à la limite de quantification.

D.5.3. Voies de transfert et milieux d'exposition

Les voies de transfert potentielles sont le contact direct, l'envol de poussières depuis les secteurs non revêtus et le transfert vers les légumes auto.

Ainsi, les milieux d'exposition susceptible d'être atteints sont les sols, les végétaux et l'air ambiant.

D.5.4. Cibles concernées

Les cibles exposées aux substances présentes sont les usagers (enfants et adultes) fréquentant le site.

D.5.5. Représentation graphique du schéma conceptuel

Le schéma conceptuel initial du site mettant en corrélation les sources de pollution, les milieux de transfert et les cibles est présenté dans le Tableau 7.

Tableau 7 : Schéma conceptuel actualisé à l'issue du diagnostic

Sources potentielles	Vecteurs	Cibles	Voies d'exposition	Commentaires
Impact généralisés en cuivre, zinc, plomb, arsenic et mercure + HAP + HC C10-C40	Transfert des sols depuis les légumes autoproduits	Actuelles et futures : Futurs usagers enfants et adultes	Ingestion de légumes autoproduits	Retenu, compte tenu des teneurs en Cu, As, Zn, Hg et Pb et HC C10-C40 mises en évidence
	Air du sol puis air ambiant		Inhalation de vapeurs	Non retenu compte tenu de l'absence de polluants volatils.
	Porté main-bouche et vent		Ingestion de sol Inhalation de poussières de sol Ingestion de légumes autoproduits	Retenu, compte tenu des teneurs en Cu, As, Zn, Hg et Pb et HC C10-C40 mises en évidence
	Nappe superficielle		Ingestion de végétaux arrosés avec l'eau de la nappe superficielle Ingestion d'eau	Non retenu
	Nappe superficielle puis air du sol puis air ambiant		Inhalation de vapeurs	Non retenu

D.6. Conclusions et recommandations

Compte tenu du projet des usages de la zone d'étude, des impacts mis en évidence et à la demande du client, une analyse des enjeux sanitaires est réalisé dans la suite du rapport afin de vérifier la compatibilité entre les polluants présents dans les sols de surface et le futur usage du site d'étude.

E. ANALYSE DES ENJEUX SANITAIRES (A320)

L'Analyse des Risques Résiduels a pour objectif de garantir que les impacts liés aux sources résiduelles de contamination, sont acceptables au sens de la Politique Nationale de gestion des sites et sols pollués.

E.1. Méthodologie - Présentation de la démarche

Afin de s'assurer de l'absence de risques sanitaires pour les futurs usagers du site, une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) a été mise en œuvre en l'état actuel du site et pour le scénario futur envisagé.

Si le calcul met en évidence une incompatibilité entre la qualité des milieux et l'usage considéré, il permettra de définir les objectifs de réhabilitation, les préconisations d'aménagement et/ou les dispositions constructives à mettre en place.

À cet effet, les différentes voies de transfert des substances en direction des personnes susceptibles d'être présentes sur le site doivent être 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 relevées dans les différents compartiments environnementaux pour les différentes substances considérées, les niveaux d'exposition doivent ensuite être évalués puis comparés aux valeurs maximales tolérables extraites des bases de données toxicologiques.

L'Analyse des Risques Résiduels, proposée par FONDASOL Environnement, est réalisée conformément au guide du Ministère de l'Environnement : « La démarche d'Analyse des Risques Résiduels » Version 0 de février 2007.

L'évaluation des risques repose sur quatre étapes :

- Etape 1 : Identification des dangers : quels sont les effets indésirables que les différentes substances peuvent avoir sur l'homme ?
- Etape 2 : Estimation des relations doses-réponses pour les substances considérées : quelle est la valeur entre la dose d'exposition à la substance et la réponse de l'organisme exposé (choix de la Valeur Toxicologique de Référence ou VTR) ?
- Etape 3 : Estimation des expositions : qui est exposé à la substance dangereuse, où, comment, à quel niveau d'exposition et pendant combien de temps ?
- Etape 4 : Caractérisation des risques sanitaires : quel est le niveau de risque, la probabilité de survenue du danger, en comparant les doses d'exposition aux VTR.

Une discussion des incertitudes des calculs est également intégrée à l'étude.

E.2. Sélection des substances et des concentrations

Le choix des substances et des concentrations se base sur la démarche suivante :

- on considère en première approche les percentiles 90 des teneurs retrouvées dans les milieux investigués par horizons (sols de surface et sols sous-jacents). Il est à noter que le nombre de données (analyses) disponibles est relativement faibles pour le calcul du percentile 90. Néanmoins, cette méthode n'est pas de nature à modifier les conclusions de la présente étude.

Nota : pour le calcul des centiles 90, nous avons considéré la limite de quantification pour les teneurs inférieures à la limite de quantification.

- on retient les composés dont les teneurs sont supérieures aux valeurs de bruits de fond dans les sols,
- on retient les composés qui ont été quantifiés en l'absence de valeurs de comparaison.

D'après les résultats d'analyses dans les sols, les composés retenus (en **gras**) sont présentées dans le Tableau 8 suivant.

Tableau 8 : Substances et teneurs retenues dans l'Analyse des Risques Résiduels pour les voies directes

Composés mesurés	Percentile 90 calculé dans les sols superficiels entre 0 et 30 cm (mg/kg MS)	Percentile 90 calculé dans les sols entre 0 cm et 1m (mg/kg MS)	Prise en compte pour la voie ingestion
	Teneurs retenues pour l'ingestion de sols	Teneurs retenues pour l'ingestion de végétaux	
Métaux			
Chrome (Cr)	30,8	41,5	Non : teneur inférieure au bruit de fond considéré
Nickel (Ni)	21,4	27,7	Non : teneur inférieure au bruit de fond considéré
Cuivre (Cu)	209,4	342	Oui : teneur supérieure au bruit de fond considéré
Zinc (Zn)	572	1418	Oui : teneur supérieure au bruit de fond considéré
Arsenic (As)	43,4	104,6	Oui : teneur supérieure au bruit de fond considéré
Cadmium (Cd)	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Mercuré (Hg)	0,38	6,9	Oui : teneur supérieure au bruit de fond considéré
Plomb (Pb)	548	1170	Oui : teneur supérieure au bruit de fond considéré
Hydrocarbures			
Hydrocarbures C10-C16	271	152	Oui : Valeur retenue estimé à 100% en fraction C21-C40
Hydrocarbures > C10-C12	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Hydrocarbures > C12-C16	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Hydrocarbures > C16-C21	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Hydrocarbures > C21-C35	174	84,9	Non : composé quantifié mais il sera retenu 100% des HCT en fraction C21-C40
Hydrocarbures > C35-C40²	82,5	57,3	Non : composé quantifié mais il sera retenu 100% des HCT en fraction C21-C40
BTEX			
Benzène	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Toluène	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Ethylbenzène	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Xylène	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
HAP			
Somme des HAP	7,92	11,35	Non : teneur inférieure au bruit de fond (14,7 mg/kg)
Hydrocarbures chlorés semi-volatils			
Aldrine	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
o,p'-DDD	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
p,p'-DDD	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
o,p'-DDE	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
p,p'-DDE	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
Dieldrine	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
alpha-Hexachlorocyclohexane	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
beta-Hexachlorocyclohexane	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
gamma-Hexachlorocyclohexane (Lindane)	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
delta-Hexachlorocyclohexane	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié
epsilon-Hexachlorocyclohexane	<LQ	<LQ	Non : composé non quantifié

LQ = Limite de Quantification du laboratoire

² Les hydrocarbures C21-C35 ayant le même comportement et les mêmes paramètres physico-chimiques que les hydrocarbures C35-C40, il sera considéré les hydrocarbures C21-C40. Par ailleurs, les informations disponibles au droit des échantillons montrent que les hydrocarbures correspondent majoritairement à la tranche C21-C35, 100% de la teneur retenue en hydrocarbures sera alors appliquée à cette tranche, en première approche. Enfin, en l'absence d'information sur la répartition entre les hydrocarbures aromatiques et aliphatiques, nous avons testé les deux répartitions et gardé la plus pénalisantes, à savoir les aromatiques. Cette hypothèse sera testée en incertitudes

E.3. Etape I : Identification des dangers

L'exposition à une substance toxique peut produire des effets biochimique, histologique ou morphologique, se traduisant par des altérations spécifiques d'un organe, d'un système ou d'une fonction (système hématopoïétique, fonctions de reproduction par exemple), ou d'un processus biochimique ou biologique (cancer et mutagénicité).

Ces effets varient selon l'intensité, la voie, la fréquence et la durée de l'exposition mais aussi en fonction de l'espèce, du sexe, de l'âge et de l'état de santé des populations exposées. Ils peuvent être réversibles ou irréversibles, immédiats ou différés.

La variété et la sévérité des effets toxiques observés dans les populations augmentent généralement avec le niveau d'exposition : c'est la relation dose-effet. Elle est clairement à distinguer de la relation dose-réponse définie comme décrivant la relation entre la fréquence de survenue d'une pathologie dans une population et le niveau d'exposition à un composé toxique.

E.3.1. Effets à seuil (déterministes)

Les effets à seuil correspondent aux effets aigus et à certains effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes, dont la gravité est proportionnelle à la dose. Selon cette approche classique de la toxicologie, les effets ne surviennent que si une certaine dose est atteinte et dépasse les capacités de détoxification, de réparation ou de compensation de l'organisme : il existe donc une dose limite en-dessous de laquelle le danger ne peut apparaître. Le danger n'a théoriquement pas lieu de survenir si ces seuils ne sont pas dépassés. Au-delà du seuil, l'intensité de l'effet croît avec l'augmentation de la dose administrée.

Dans ce cas, les valeurs toxicologiques de référence sont généralement construites sur la base de l'effet critique. Il peut être différent selon la voie d'exposition de l'organisme :

- Pour une exposition par voie orale, les valeurs toxicologiques de référence sont exprimées en masse de substance par kilogramme de poids corporel de la cible et par jour (mg/kg pc/j). Ces valeurs sont définies comme étant l'estimation de la quantité de produit à laquelle un individu peut théoriquement être exposé (par ingestion) sans constat d'effet nuisible, sur une durée déterminée et sur la base de toutes les informations actuelles,
- Pour une exposition par voie respiratoire, les valeurs toxicologiques de référence s'expriment en masse de substance par m³ d'air ambiant (mg/m³) et correspondent à la teneur de produit dans l'air ambiant à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet nuisible.

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Quotient de Danger (QD) par substance (lorsque la substance présente un effet à seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement).

E.3.2. Effets sans seuils (probabilistes)

Un effet sans seuil se définit comme un effet qui apparaît quelle que soit la dose reçue. La probabilité de survenue croît avec la dose, mais l'intensité de l'effet n'en dépend pas. L'hypothèse classiquement retenue est qu'une seule molécule de la substance toxique peut provoquer des changements dans une cellule et être à l'origine de l'effet observé. A l'origine, la notion d'absence de seuil était associée aux effets cancérogènes uniquement. Aujourd'hui, cette notion recouvre également des effets sur la reproduction (reprotoxicité) et les mutations génétiques (mutagénicité).

Pour les substances à effets sans seuil, la Valeur Toxicologique de Référence est généralement appelée Excès de Risque Unitaire (ERU). Il s'agit de la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose ou de concentration de toxique. Cet indice est l'inverse d'une dose et s'exprime en (mg/kg/j)⁻¹ ou (mg/m³)⁻¹.

Cet effet est caractérisé par le calcul d'un Excès de Risque Individuel (ERI) par substance (lorsque la substance présente un effet sans seuil), par milieu et par cible (adulte et enfant distinctement).

E.4. Etape 2 : Estimation de la relation doses-réponses et choix des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectuée conformément aux prescriptions établies par la circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative « aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ».

Ainsi, en l'absence **d'expertise nationale** ou de VTR proposée par l'**Anses**, la VTR sera retenue selon l'ordre de priorité défini par la circulaire DGS/DGPR du 31/10/2014, à savoir :

- la VTR la plus récente parmi les trois bases de données : **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.
- Puis, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par **Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA**.

L'ensemble des voies d'exposition a été traité en effets chroniques, correspondant à de longues durées d'exposition (d'une année à une vie entière pour l'US-EPA, 1989).

Le détail est expliqué en Annexe 6.

Lorsqu'elles existent, les VTR retenues les composés sélectionnés dans l'étude sont présentées ci-après (cf. détail en Annexe 6).

Tableau 9 : Valeurs Toxicologiques de Référence retenues pour la voie ingestion

Mise à jour en juin 2020

Numéro CAS	Dénomination	DJT Ingestion (mg/kg/j)	Année	Source	ERU Ingestion ((mg/kg/j)-1)	Année	Source
Métaux et métalloïdes							
7440-38-2-5	Arsenic (+V)	0.00045	2009	Fodig (retenue par l'INERIS Pour l'élaboration des bornes repères R1, R2 et R3	1.5	2009	USEPA
7440-50-8	Cuivre	0.15	2018	EFSA	-		
7439-97-6	Mercure	0.00057	2012	EFSA	-		
7439-92-1	Plomb	0.0005	2010	Décret 98-360 du 6 mai 1998 + DGS/HSCP / EFSA	0.0085	2011	OEHHA
7440-66-6	Zinc	0.3	2005	USEPA	-		
Hydrocarbures							
Aliph-21-35	Aliphatique C>21-C40	2	1997	Volumes 3 et 4 du Total Petroleum	-		
Aroma>21-35	Aromatiques>21-40	0.03	1997	Hydrocarbons Working Group.	-		

E.5. Etape 3 : Estimation des expositions

E.5.1. Définition du budget espace-temps

L'évaluation des expositions repose notamment sur les fréquences et les durées de présence des cibles sur le site, des caractéristiques des aménagements, ... Ces paramètres constituent les données d'entrée du modèle MODUL'ERS®. L'ensemble des paramètres d'entrée du modèle est synthétisé dans le Tableau 10 conformément aux hypothèses suivantes.

Les cibles considérées sont les familles consommant les végétaux autoproduits.

Le budget espace-temps retenu dans les calculs des risques sanitaires est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 10 : Paramètres du budget espace-temps

Paramètres du budget espace-temps		Unité	Nourrisson	Jeune enfant		Enfant	Adolescent		Adulte
									
Dénomination du logiciel	Paramètre		Consommation de légumes autoproduits						
Période d'exposition		année	de 0 à 1 an	de 1 à 3 ans	de 3 à 6 ans	de 6 à 11 ans	de 11 à 15 ans	de 15 à 18 ans	au-delà de 18 ans
Age individu, début expo	Age de l'individu en début d'exposition	année	0	0	0	0	0	0	0
Date debut,individu,expo	Date de début d'exposition de l'individu	année	0	0	0	0	0	0	0
Durée expo,individu	Durée d'exposition de l'individu (vie entière)	année	70	70	70	70	70	70	70
Age min,classes	Age minimal de chaque classe d'âge	année	0	1	3	6	11	15	18
TEMPS D'EXPOSITION ANNUELLE SUR SITE									
Nb, jour, an, expo	Nombre de jours de présence dans l'année	j/an	365	365	365	365	365	365	365
Fréquence d'exposition (nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jours)		sans unité	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

E.5.2. Présentation de l'outil de modélisation

L'évaluation des risques sanitaires liés à l'aménagement d'un site pollué ou à l'implantation d'une installation industrielle nécessite de modéliser les niveaux d'exposition de la population à partir des différentes sources/milieux de l'environnement, via plusieurs modes de transfert et voies d'administration des polluants.

L'évaluation Quantitative des Risques Sanitaires consiste à calculer le niveau risque par substance (Quotient de Danger pour les effets à seuil ou toxiques et de l'Excès de Risque Individuel pour les effets sans seuil ou cancérogènes) et à comparer les résultats obtenus aux seuils imposés par la Politique Nationale de gestion des sites et sols pollués portée par la circulaire du 8 février 2007 et ses annexes.

Les principes de spécificité et de proportionnalité de ces évaluations de risque supposent d'adapter la modélisation au contexte des sites à analyser.

Dans ce cadre, l'INERIS a produit un nouvel outil logiciel en se focalisant sur deux principes : la flexibilité et la transparence.

MODUL'ERS

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations prospectives des risques sanitaires effectuées dans le cadre de l'analyse des effets sur la santé des Installations Classées Pour l'Environnement (ICPE) et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels (ARR) des sites et sols pollués. Il permet d'estimer les concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et des niveaux de risque en fonction du temps.

Il consiste en une plateforme de modélisation et de simulation comprenant une bibliothèque de modules. Cette plateforme est basée sur le manuel référencé DRC-08-94882-16675C et intitulé « *Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle* ».

MODUL'ERS permet de :

- construire des modèles multimédia adaptés, en agencant les modules prédéfinis de la bibliothèque, selon le schéma conceptuel du site étudié,
- mener des simulations déterministes, probabilistes et des analyses de sensibilité sur les résultats.
- Il s'agit de modèles reconnus à l'échelle internationale.

E.5.3. Estimation des concentrations dans les végétaux

L'ensemble des équations utilisées pour l'évaluation des concentrations dans les végétaux est présenté en annexe 7.

Les concentrations dans les végétaux sont estimées à partir des concentrations d'entrée retenues dans les différents milieux et rappelées dans le Tableau 8 et résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : Concentrations calculées dans les végétaux (poids frais)

Substance	Concentration dans les légumes-feuilles		Concentration dans les légumes-fruits		Concentration dans les légumes-racines		Concentration dans les tubercules	
	Poids sec	Equivalent poids frais	Poids sec	Equivalent poids frais	Poids sec	Equivalent poids frais	Poids sec	Equivalent poids frais
Arsenic	2,61E+00	3,05E-01	1,88E+00	2,20E-01	5,02E+00	1,01E+00	5,02E+00	1,01E+00
Cuivre	2,81E+01	3,29E+00	2,81E+01	3,29E+00	1,12E+01	2,26E+00	1,12E+01	2,26E+00
Plomb	1,99E+01	2,33E+00	1,52E+01	1,78E+00	4,21E+01	8,50E+00	4,21E+01	8,50E+00
Zinc	5,65E+02	6,61E+01	5,65E+02	6,61E+01	1,41E+02	2,85E+01	1,41E+02	2,85E+01
Mercurure	3,60E-02	4,21E-03	1,53E-02	1,79E-03	3,96E-02	8,00E-03	3,96E-02	8,00E-03
Aliphatic nC>21-nC40	1,09E+04	1,27E+03	1,09E+04	1,27E+03	6,31E+03	1,27E+03	6,31E+03	1,27E+03
Aromatic nC>21-nC40	1,09E+04	1,27E+03	1,09E+04	1,27E+03	6,31E+03	1,27E+03	6,31E+03	1,27E+03

Les résultats des analyses des denrées alimentaires sont comparés aux valeurs issues des documents suivants :

- rapport INERIS-DRC-17-164559-10404A du 13/09/2018 « Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, les denrées alimentaires et dans l'air au 31 décembre 2017 ;
- le règlement européen CEE 315/1993, qui établit les procédures communautaires relatives aux contaminants dans les denrées alimentaires ;
- le règlement CE/466/2001 du 08/03/2001 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires ;
- le règlement CE n° 1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006 fixe les teneurs maximales de contaminants admissibles dans les denrées alimentaires (et ses règlements modificatifs).

Les valeurs de référence précitées précise les teneurs admissibles en plomb dans les différents végétaux (aucune valeur n'est disponible sur l'arsenic, le cuivre et les hydrocarbures) sont présentées ci-après et comparées aux teneurs calculées par le modèle.

Tableau 12 : Valeurs de références des teneurs maximales admissibles en plomb dans les végétaux.

Paramètres	Denrées alimentaires	Teneurs maximales (mg/kg de poids à l'état frais)	Teneurs maximales (mg/kg de poids sec - racines)	Teneurs maximales (mg/kg de poids sec - aérien)	Teneur calculées par le modèle (Equivalent poids frais)
Plomb	Légumes à l'exclusion des choux feuilles, des salsifis, des légumes feuilles et fines herbes, des champignons, des algues marines et des légumes fruits	0.1	0.50	0.85	8,50
	Choux feuilles, salsifis, légumes feuilles et fines herbes, totalité des champignons cultivés	0.3	1.49	2.56	2,33
	Légumes fruits				1,78
	Maïs doux	0.1	0.50	0.85	
	Autres que maïs doux	0.05	0.25	0.43	

Les teneurs en plomb calculées dans les légumes racines et tubercules, les légumes feuilles ainsi que dans les légumes fruits sont supérieures aux valeurs de référence.

E.5.4. Estimation des expositions par ingestion de sol et de végétaux

Les quantités de polluant administrées, exprimées en dose journalière d'exposition, sont définies par l'équation générique suivante (guide EDR Ministère en charge de l'environnement / BRGM / INERIS, 2000) :

Équation 1 : Calcul de la quantité de polluant ingérée :

$$DJE_{ij} = \frac{C_i * Q_j * T * F}{P * T_m}$$

avec :

DJE_{ij} : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie orale (en mg/kg/j)

C_i : concentration d'exposition relative au milieu i (en mg/kg ou mg/l)

Q_j : taux d'ingestion par la voie orale (en kg/j ou l/j)

T : durée d'exposition (années)

F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an)

P : poids corporel de la cible (kg)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

Les doses moyennes journalières induites par l'ingestion sont calculées à partir

- des BCF présentées en Annexe 8,
- des concentrations dans les végétaux présentées dans le Tableau I I.

Les paramètres d'entrée du module sont repris dans l'annexe I0.

E.6. Etape 4 : Calculs de risques sanitaires



La détermination des niveaux de risques (QD et ERI) nécessite trois niveaux de calculs :

- le calcul de la concentration au point d'exposition (modèle de transfert, ici des sols vers les végétaux),
- le calcul de la dose absorbée (modèle d'exposition depuis les sols et les végétaux),
- le calcul des risques sanitaires (QD pour les risques toxiques et ERI pour les risques cancérogènes).

E.6.1. Evaluation des risques à effet seuil : calcul du QD

Lorsque la voie ingestion est retenue, le quotient de danger est calculé selon :

Équation 2 : Calcul du Quotient de Danger par voie oral / ingestion

$$QDo = DJE \div VTRs,o$$

où :

QDo = Quotient de danger oral (ou ingestion)

DJE = Dose Journalière d'Exposition

VTRs,o = VTR à seuil par voie orale

Pour chaque cible (adulte ou enfant), les QD des substances présentant le même effet critique sur la santé sont ensuite sommés. Cette somme est comparée au seuil de risque acceptable de I défini dans la Circulaire du 8 février 2007.

Notons toutefois que le guide d'avril 2017 recommande l'addition des quotients de danger uniquement pour les substances ayant le même mécanisme d'action toxique sur le même organe cible.

E.6.2. Evaluation des risques à effets sans seuils : calculs de l'ERI

Lorsque la voie ingestion est retenue, l'excès de risque individuel est calculé selon :

Équation 3 : Calcul de l'Excès de Risque Individuel par voie oral / Ingestion

$$ERI_o = DJE \times ERU_o$$

où :

ERI_o = Excès de Risque Individuel par voie oral / Ingestion

DJE = Dose Journalière d'Exposition

ERU_o = Excès de Risque Unitaire par voie orale

Pour chaque cible (adulte ou enfant), les ERI de l'ensemble des substances sont ensuite sommés, quel que soit l'effet critique observé sur la santé. L'ERI adulte et l'ERI enfant sont également sommés puisque la probabilité d'apparition de l'effet sans seuil s'exerce sur la vie entière. Cette somme est comparée au seuil de risque acceptable de 10^{-5} défini dans la Circulaire du 8 février 2007. La valeur de 10^{-5} correspond à l'apparition d'un cancer (ou autre effet sans seuil étudié) sur une population de 100 000 personnes.

E.6.3. Conclusions sur l'acceptabilité des risques résiduels

Les résultats des calculs de risques sanitaires sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 13 : Résultats des calculs de risques sanitaires pour les futurs consommateurs de fruits et légumes autoproduits

Valeurs de risques	QD							Composé traitant le risque	ERI							Composé traitant le risque
	Cible 1	Cible 2	Cible 3	Cible 4	Cible 5	Cible 6	Cible 7		Cible 1	Cible 2	Cible 3	Cible 4	Cible 5	Cible 6	Cible 7	
	Nourrissant résident	Enfant résident	Enfant résident	Enfant résident	Adolescent résident	Adolescent résident	Adulte résident		Nourrissant résident	Enfant résident	Enfant résident	Enfant résident	Adolescent résident	Adolescent résident	Adulte résident	
Ingestion de sols et de poussières (en extérieur)	5,11E+00	5,22E+00	3,64E+00	2,26E+00	5,48E-01	4,31E-01	3,68E-01	Plomb	5,80E-06	1,60E-05	1,24E-05	1,28E-05	2,49E-06	1,89E-06	5,01E-06	Arsenic
Ingestion de végétaux autoproduits	1,39E+02	2,38E+02	1,51E+02	9,37E+01	6,81E+01	5,52E+01	5,75E+01	Aromatiques	1,62E-05	1,33E-04	9,28E-05	1,06E-04	6,13E-05	4,88E-05	1,57E-04	Arsenic
Risque total	1,44E+02	2,43E+02	1,33E+02	9,39E+01	6,86E+01	5,37E+01	5,79E+01		2,70E-05	1,49E-04	1,09E-04	1,19E-04	6,39E-05	5,07E-05	1,62E-04	
Seuils fixés par la circulaire du 08/02/2007	1								1,00E-05							

L'Analyse des Risques Résiduels montre que les risques induits sur le site, une fois les mesures de gestion mises en œuvre, ne sont pas conformes aux exigences formulées dans la Politique de gestion des sites et sols pollués, et notamment à la circulaire de février 2007.

L'ensemble des résultats obtenus sont présentés en Annexe 9.

E.7. Discussions sur les incertitudes et étude de sensibilité

L'approche de l'incertitude sert à évaluer la possibilité de sur- ou sous-estimation du risque. Compte tenu :

- de l'utilisation du logiciel de modélisation des risques sanitaires élaboré par l'INERIS, MODUL'ERS®, ayant fait l'objet d'un processus de validation nationale et internationale,
- les relations doses-réponses utilisées dans la présente étude sont celles disponibles en l'état actuel des connaissances. Le choix des Valeurs Toxicologiques de Référence a été effectué conformément aux prescriptions établies par la circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative « aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués », qui s'applique également aux EQRS.
- du fait que dans une première approche sécuritaire, tous les QD des substances ont été cumulés sans distinction des organes cibles. Les valeurs de QD liées à l'arsenic et au plomb étant individuellement supérieures à 1, il n'est pas apparu nécessaire d'aller au-delà de cette approche.
- de la prise en compte des percentiles 90 des concentrations, les valeurs pourraient paraître sous-estimées, cependant un calcul de risque à partir des concentrations maximales augmenterait les valeurs de risques déjà inacceptables et il ne sera donc pas proposé d'incertitudes sur ce sujet,
- en première approche, en l'absence de distinction entre les fractions aromatiques et aliphatiques il a été retenu la plus pénalisant (les composés aromatiques). En incertitude, il a été calculé des risques à partir des hydrocarbures aliphatiques. Les valeurs d'ERI restent inchangées et les valeurs de QD sont abaissées de 80% en moyenne mais les valeurs restent inacceptables,
- des paramètres d'exposition pour les usagers du site correspondent aux données INERIS-du rapport DRC-14-141968-11173C intitulé « Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS » en date du 23/06/2017 ; ces hypothèses paraissent réalistes. Cependant des incertitudes liées à la quantité ingérée et aux taux d'autoconsommation seront retenues. Les valeurs CIBLEX seront utilisées pour un calcul d'incertitude. Ce nouveau calcul montre des valeurs de QD qui varient de -40 à + 130% selon les classes d'âge. Et l'ERI est abaissé de 35% environ. Cependant ces nouvelles valeurs de risques sont toujours inacceptables,

L'analyse des incertitudes permet de constater que celles-ci ne sont pas de nature à remettre en cause la validité de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires, car l'évaluation des risques reste toujours inacceptable au sens de la Politique Nationale de gestion des sites et sols pollués.

F. RESUME TECHNIQUE ET CONCLUSIONS

Client	la Ville de Rezé	
Périmètre d'étude	Désignation usuelle du site	-
	Adresse	rue René Cassin (« la Barbonnerie ») à REZE
	Parcelles cadastrales	parcelles n°604 et 389 section AR
	Surface approximative	500 m ²
	Altitude moyenne du site	+ 5-6 m NGF
Contexte de l'étude	Cette étude est réalisée dans le cadre de mise en place de cultures potagères	
A200 Diagnostic des sols	La campagne d'investigations des sols a été réalisée le 10/06/20. Elles ont consisté en la réalisation de 5 sondages jusqu'à une profondeur maximale de 1.00 m/TA.	
A260 Diagnostic des terres à excaver	De manière générale, les relevés lithologiques ont mis en évidence la présence de sables graveleux caillouteux marron avec présence des déchets plastiques, de tuile, et des ferrailles suivis de limon graveleux, caillouteux marron à clair à foncé avec présence des micas schistes. 14 échantillons ont été prélevés et 1 échantillon composite (représentatif des 14 échantillons prélevés) a été confectionné. L'ensemble des échantillons a été envoyé au laboratoire Wessling pour analyse.	
A270 Interprétation des résultats	Sols	Les résultats d'analyses ont mis en évidence : - Des impacts généralisés et importants en métaux (cuivre, zinc, arsenic, mercure et plomb) ; - La présence d'hydrocarbures, fractions C10-C40, sur l'ensemble des échantillons ; - La présence généralisée de HAP avec des teneurs inférieures aux bruits de fond. - La non quantification de CAV et pesticides.
	Terres à excaver	L'analyse réalisée sur l'échantillon composite confectionné à partir des autres échantillons collectés est analytiquement admissible en ISDI sur la base des seuils fixés par l'arrêté du 12/12/2014.
Schéma conceptuel	Sources	Inconnu
	Impact des milieux	<ul style="list-style-type: none"> • Impacts généralisés en cuivre, en zinc, en arsenic, en mercure et en plomb ; • Présence ponctuelle en hydrocarbures, fractions C10-C40
	Voies de transfert	Le contact direct, l'envol de poussières depuis les secteurs non revêtus et le transfert vers les légumes autoproduits
	Cibles	Futurs utilisateurs du site d'étude
	Voies d'exposition	<ul style="list-style-type: none"> • Ingestion de sol et de poussières, • Consommation de légumes autoproduits
Analyse des Risques Résiduels / Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> • L'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires indique que les niveaux de risques sont supérieurs aux seuils de risque recommandés dans la méthodologie de gestion des sites (potentiellement) pollués pour les risques toxiques (à seuil) et cancérigènes (sans seuil). • L'état environnemental du site n'est donc pas compatible avec l'usage prévu dans le cadre de votre futur projet (cultures potagères). 	

G. RECOMMANDATIONS

G.1. Gestion des risques sanitaires

Au vu des investigations, prélèvements et analyses réalisées sur les sols et de l'étude des risques sanitaires réalisées dans le cadre d'un projet de mise en place de cultures potagères, le site n'est pas compatible avec l'usage prévu.

De ce fait, des mesures doivent être mises en place afin de s'assurer de la sécurité sanitaire des futurs usagers.

2 types de solution de gestion peuvent être envisagés :

1) La substitution des terres de surface

Afin de s'assurer de la compatibilité sanitaire entre les sols présents sur le site et le projet de cultures potagères, une substitution des terres peut être réalisée au droit des futures zones de cultures. Cette substitution consistera au retrait des terres présentes actuellement sur une épaisseur comprises entre la surface et 60 cm de profondeur. Ces terres pourront être remplacées par des sols et/ou des terres végétales saines (respectant les fonds géochimiques locaux). Les terres excavées de cette façon pourront :

- Etre envoyées en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) ;
- Etre stockées sur le site d'étude sous recouvrement de surface afin d'éviter toute voie de transfert entre ces sols et les futurs usagers du site d'étude.

2) Réalisation d'étude sanitaire sur les denrées alimentaires cultivées

Dans le cadre de la modélisation des risques sanitaires réalisés au sein du présent rapport, certains paramètres ont été estimés via la bibliographie disponible sur le sujet. En accord avec la méthodologie nationale en la matière, les calculs ont été réalisés en se plaçant dans un cas majorant mais réaliste afin de ne pas minimiser les risques sanitaires. La réalisation de prélèvements et d'analyses de denrées alimentaires cultivées sur le site d'étude permettrait de mesurer directement les teneurs en composés dans les végétaux et de s'affranchir ainsi de toute surestimation liée à la prise en compte de paramètres majorant dans le cadre de l'estimation des teneurs dans les végétaux à partir d'une source sol. Par expérience, les teneurs mesurées dans les végétaux sont plus faibles que celles estimées.

G.2. Gestion des futurs déblais

Si des terrassements devaient être réalisés sur le site d'étude et que des déblais étaient évacués, notamment dans le cas d'une substitution des terres de surfaces, les terres excavées seront analytiquement admissibles en installation de stockage de déchets inertes (ISDI) et ne nécessiteront pas de gestion spécifique.

G.3. Conservation de la mémoire

Le maintien d'anomalies résiduelles dans les sols du site nécessiterai de mettre en place des mesures de conservation de la mémoire du site (à travers les actes de vente, le livre foncier, le POS ou PLU de la commune,...).

En cas de changement du projet d'aménagement, ces recommandations seraient à réévaluer.