

**PROJET GLOBAL DE RÉAMÉNAGEMENT AGRICOLE,
HYDRAULIQUE ET PAYSAGER
EN EXTENSION DE L'ISDI EXISTANTE
SUR LA COMMUNE DE PUISEUX-EN-FRANCE
DANS LE DÉPARTEMENT DU VAL-D'OISE (95)**



**DOSSIER DE DEMANDE D'ENREGISTREMENT
AU TITRE DES ICPE
ANNEXES - PARTIE 8**

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXE 13 - Demande d'adaptation des seuils d'admission réglementaire des déchets inertes- Antea group 4

**ANNEXE 13 - DEMANDE D'ADAPTATION DES SEUILS
D'ADMISSION RÉGLEMENTAIRE DES
DÉCHETS INERTES- ANTEAGROUP**

Projet global de réaménagement agricole, hydraulique et paysager en extension de l'ISDI existante de Puiseux-en-France (95)

Demande d'adaptation des seuils d'admission réglementaire des déchets inertes.

Étude de faisabilité environnementale et sanitaire

Rapport A104115D – Avril 2021



Fiche synthétique

Demande d'adaptation des seuils d'admission réglementaire des
déchets inertes.

Étude de faisabilité environnementale et sanitaire

CLIENT SITE D'INTERVENTION

COSSON	
9, Avenue du Beaumontoir 95380 Louvres	ISDi Puiseux-en-France (95)

INFORMATIONS GENERALES

Famille d'activité	Eau, Déchets
Domaine Antea Group	Gestion et valorisation des déchets
N° de document	A104115

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Julien POTIER	Ingénieur de projets	Avril 2021	

Approbation	Eric BELHANAFI	Responsable équipe Sites et sols pollués	Avril 2021	
-------------	----------------	--	------------	--

Indice	Date	Observations/modifications	Auteur	Approbation
A	Janvier 2021	Première édition	J. POTIER	E. BELHANAFI
B	Avril 2021	Prise en compte des remarques et intégration de l'ERS	J. POTIER	-
C	Avril 2021	Prise en compte des remarques	J. POTIER	-
D	Avril 2021	Prise en compte des remarques	J. POTIER	-

Antea Group est certifié :



www.lne.fr

Sommaire

1. Contexte et méthodologie	10
2. Rappel de la réglementation en vigueur	11
Déchets relevant de l'annexe II de l'AM du 12 décembre 2014	11
3. Documents disponibles	12
4. Présentation du site	13
4.1. Localisation	13
4.2. Contexte urbanistique	15
4.3. Description et valorisation future	15
4.4. Contexte géologique	17
4.4.1. Morphologie	17
4.4.2. Contexte géologique général	17
4.4.3. Contexte géologique local	18
4.4.4. Perméabilité des terrains	20
4.5. Contexte hydrologique	22
4.5.1. Contexte hydrologique et enjeux	22
4.5.2. Contexte de protection des milieux humides et d'intérêt écologique :	23
4.6. Contexte hydrogéologique	23
4.6.1. Contexte hydrogéologique	23
4.6.2. Qualité de l'eau	29
4.7. Fond géochimique des sols	33
5. Etude de l'impact sanitaire vis-à-vis des eaux souterraines	36
5.1. Etablissement d'un modèle hydrodynamique	36
5.1.1. Code de calcul utilisé	36
5.1.2. Modèle conceptuel	36
6. Modélisation hydro-dispersive	39
6.1. Propriétés hydrodispersives	39
6.2. Substances retenues et caractéristiques	40
6.2.1. Concentrations prise en compte	40
6.2.2. Durée d'application de la concentration	43
6.2.3. Coefficient de partage liquide – solide de la substance	43
6.2.4. Concentration cible – seuil de potabilité	44
6.3. Résultats des modélisations	46
6.3.1. Arsenic (As)	46

6.3.2. Baryum (Ba)	48
6.3.3. Cadmium (Cd)	50
6.3.4. Chrome (Cr)	52
6.3.5. Cuivre (Cu)	54
6.3.6. Mercure (Hg)	56
6.3.7. Molybdène (Mo)	58
6.3.8. Nickel (Ni)	60
6.3.9. Plomb (Pb)	62
6.3.10. Antimoine (Sb)	64
6.3.11. Sélénium (Se)	66
6.3.12. Zinc	68
6.3.13. Chlorure	70
6.3.14. Fluorure	72
6.3.15. Sulfate	74
6.3.16. Indice phénol	76
6.4. Synthèses des résultats et interprétation	78
7. Evaluation de l'impact sanitaire vis-à-vis de l'air (envol des poussières)	79
7.1. Objectifs et référentiels	79
7.2. Méthodologie	80
7.3. Identification des dangers	82
7.3.1. Présentation des installations et des activités	82
7.3.2. Inventaire des sources de dangers chroniques	82
7.3.3. Les vecteurs de transfert	89
7.3.4. Les cibles	90
7.3.5. Les scénarii d'exposition	92
7.4. Relations doses-effets	92
7.4.1. Relations doses-effets	92
7.4.2. Estimation des concentrations dans l'air et des dépôts au sol	98
7.4.3. Estimation des expositions	102
7.5. Caractérisation des risques sanitaires	103
7.5.1. Résultats de la modélisation	103
7.5.2. Les poussières	103
7.5.3. Les métaux	105
7.6. Discussion des incertitudes de l'étude d'impact sanitaire vis-à-vis de l'air	108
7.6.1. Incertitudes liées à l'identification des dangers	108
7.6.2. Incertitudes liées à l'évaluation de l'exposition	108
7.6.3. Bilan des incertitudes	109
7.7. Conclusions de l'impact sanitaire vis-à-vis de l'air (envol des poussières)	110
8. Discussion des incertitudes	111

8.1.1. Définition du modèle conceptuel.....	111
8.1.2. Incertitudes liées aux choix des substances étudiées et à leurs propriétés hydrodispersives 111	
8.1.3. Incertitudes liées à l'évaluation de la concentration en aval du site	112
8.1.4. Bilan des incertitudes.....	112
9. Conclusions.....	113

Liste des figures

Figure 1: Localisation des deux secteurs d'extension Sud et Est de l'ISDi	10
Figure 2 : Localisation de Puiseux-en-France (source : Géoportail)	13
Figure 3 : Localisation du site de Puiseux (source : Géoportail).....	14
Figure 4 : Localisation des secteurs d'extension Sud et Est (source : Cosson)	14
Figure 5 : Extrait du plan de zonage du PLU.....	15
Figure 6: Réaménagement global agricole, hydraulique et paysager de l'ISDI de Puiseux en France et ses secteurs d'extension Sud et Est.....	16
Figure 7: Vues paysagères avant/après le réaménagement	16
Figure 8: Coupe géologique Ouest-Est (source : BRGM).....	17
Figure 9 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000 ^e (source : Infoterre) et localisation des secteurs Est et Sud	18
Figure 10 : Identification et localisation des zones géologiques au droit du site (source : NEOPRISM CONSULTANTS).....	19
Figure 11 : Localisation des sondages géotechniques et de la coupe du projet ISDi (source : NEOPRISM CONSULTANTS).....	19
Figure 12: Récapitulatif des formations présentes au droit du site et de leurs épaisseurs d'après le rapport de l'entreprise Atlas Géotechnique	20
Figure 13: Résultats des essais de perméabilité (source : ACG environnement, rapport n°2021/01/E152-1/V1, janvier 2021)	21
Figure 14 : Précipitation, hauteurs mensuelles en mm	22
Figure 15 : Cartographie des zones protégées autour du site d'étude.....	23
Figure 16 : Extrait de la carte des isopièzes de la nappe du lutétien au 1/50 000 ^e de 2014 (source : BRGM)	25
Figure 17 : Localisation des captages AEP (source BRGM).....	25
Figure 18 : Carte de localisation des captages en eau potable situés en aval hydraulique de la zone d'étude (Source : ARS ; 2009)	26
Figure 19 : Puits privés (source ADES).....	28
Figure 20 : Localisation des prélèvements effectués par Antea Group	33
Figure 21 : Localisation de la coupe étudiée.	36
Figure 22 : Schéma conceptuel.	37
Figure 23 : Evolution de la concentration en Arsenic dans la nappe	46
Figure 24 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	47
Figure 25 : Evolution de la concentration en Baryum dans la nappe.....	48
Figure 26 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	49
Figure 27 : Evolution de la concentration en Cadmium dans la nappe.....	50
Figure 28 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	51
Figure 29 : Evolution de la concentration en Chrome dans la nappe	52
Figure 30 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	53
Figure 31 : Evolution de la concentration en Cuivre dans la nappe.....	54
Figure 32 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	55
Figure 33 : Evolution de la concentration en Mercure dans la nappe	56
Figure 34 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	57
Figure 35 : Evolution de la concentration en Molybdène dans la nappe.....	58
Figure 36 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	59
Figure 37 : Evolution de la concentration en Nickel dans la nappe	60
Figure 38 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	61
Figure 39 : Evolution de la concentration en Plomb dans la nappe.....	62
Figure 40 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	63
Figure 41 : Evolution de la concentration en Antimoine dans la nappe	64

Figure 42 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	65
Figure 43 : Evolution de la concentration en Sélénium dans la nappe	66
Figure 44 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	67
Figure 45 : Evolution de la concentration en Zinc dans la nappe	68
Figure 46 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	69
Figure 47 : Evolution de la concentration en Chlorure dans la nappe	70
Figure 48 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	71
Figure 49 : Evolution de la concentration en Fluorure dans la nappe	72
Figure 50 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	73
Figure 51 : Evolution de la concentration en Sulfate dans la nappe.....	74
Figure 52 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	75
Figure 53 : Evolution de la concentration en Phénol dans la nappe.....	76
Figure 54 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte.....	77
Figure 55 : Illustration du concept « Source – Vecteur – Cibles ».....	80
Figure 56 : Synoptique de la démarche mise en œuvre.....	81
Figure 3 : Localisation de la zone d'aménagement prévue (source : Géoportail).....	82
Figure 58 : localisation des pistes.....	85
Figure 59 : Localisation des cibles intégrées à l'étude	91
Figure 60 : Méthodologie de choix de VTR	95
Figure 61 : Localisation des sources d'émissions de poussières et de métaux.....	100
Figure 62 : Rose des vents établie par ADMS au niveau de la station de ROISSY (données 2013 à 2016).....	102
Figure 63 : Courbes d'iso-concentrations en PM10	104
Figure 64 : Courbes d'iso-concentrations en PM2.5	105
Figure 65 : Courbes d'iso-Quotient de Danger.....	106
Figure 66 : Courbes d'iso-Excès de Risque Individuel	107

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coupes géologiques des sondages géotechniques réalisés sur le site (source : NEOPRISM CONSULTANTS).....	19
Tableau 2 : Récapitulatif des formations présentes au droit du site et de leurs épaisseurs d'après les documents consultés	20
Tableau 3 : Récapitulatif des perméabilités des formations naturelles d'après les documents consultés	21
Tableau 4 : Caractéristiques des captages AEP situés à proximité de la zone d'étude (Sources : COSSON et ARS).....	27
Tableau 5 : Données sur la qualité de l'eau des captages d'alimentation en eau potable situé en aval hydraulique du site (source : ADES mise à jour 28/01/2020)	31
Tableau 6 : Résultats des tests de lixiviation réalisés sur les trois prélèvements.....	34
Tableau 7 : Tableau récapitulatif des hypothèses d'épaisseur et de perméabilités des terrains pour les modélisations des concentrations de 3 fois le seuil de l'AM du 12/12/2014.....	38
Tableau 8 : Paramètres à analyser lors du test de lixiviation et valeurs limites à respecter avec et sans adaptation sur les seuils fixés par l'annexe II de l'AM du 12/12/2014.	40
Tableau 9 : Adaptations des facilités prévues par l'Annexe II de l'AM lors de l'acceptation des déchets inertes avec ou sans dérogation pour le sulfate, le chlorure et la fraction soluble (source : DRIEE Ile-de-France).....	41
Tableau 10 : Concentrations seuil à la source en mg/l dans l'eau.....	42
Tableau 11 : Valeurs K _d retenues pour chaque substance	43
Tableau 12 : Valeurs seuil de potabilité pour chaque substance (mg/l).....	44
Tableau 13 : Evolution de la concentration en Arsenic dans la nappe	46
Tableau 14 : Evolution de la concentration en Baryum dans la nappe.....	48
Tableau 15 : Evolution de la concentration en Cadmium dans la nappe	50
Tableau 16 : Evolution de la concentration en Chrome dans la nappe	52
Tableau 17 : Evolution de la concentration en Cuivre dans la nappe	54
Tableau 18 : Evolution de la concentration en Mercure dans la nappe	56
Tableau 19 : Evolution de la concentration en Molybdène dans la nappe.....	58
Tableau 20 : Evolution de la concentration en Nickel dans la nappe	60
Tableau 21 : Evolution de la concentration en Plomb dans la nappe	62
Tableau 22 : Evolution de la concentration en Antimoine dans la nappe	64
Tableau 23 : Evolution de la concentration en Sélénium dans la nappe	66
Tableau 24 : Evolution de la concentration en Zinc dans la nappe.....	68
Tableau 25 : Evolution de la concentration en Chlorure dans la nappe	70
Tableau 26 : Evolution de la concentration en Fluorure dans la nappe.....	72
Tableau 27 : Evolution de la concentration en Sulfate dans la nappe	74
Tableau 28 : Valeur de la concentration maximale en Indice phénol mesurée dans la nappe au niveau du piézomètre fictif.....	76
Tableau 29 : Synthèse des résultats des modélisations réalisées.....	78
Tableau 31 : Volumes de matériaux manipulés	83
Tableau 31 : Facteur k caractérisant la granulométrie des poussières.....	84
Tableau 32 : Hypothèses retenues pour le calcul des émissions liées au chargement et pelletage des matériaux	84
Tableau 34 : Flux massiques de poussières liés au chargement et pelletage des matériaux	84
Tableau 34 : Caractéristiques des circulations sur le site	85
Tableau 35 : Hypothèses retenues pour le calcul des flux de poussières liés à la circulation des engins sur pistes	86
Tableau 36 : Surface soumise à l'érosion	87
Tableau 37 : Flux massiques de poussières liés à l'érosion.....	87

Tableau 38 : Bilan des émissions de PM10 et PM2,5 relatives aux principales sources d'émission de poussières.....	88
Tableau 39 : Flux de métaux liés aux PM10 et PM2.5.....	88
Tableau 40 : Scénarii potentiels d'exposition	92
Tableau 41 : Objectifs de qualité de l'air retenus pour les poussières (PM 2,5 et 10)	93
Tableau 42 : Valeurs toxicologiques de référence retenues.....	96
Tableau 43 : Propriétés toxicologiques des traceurs retenus.....	98
Tableau 44 : Synthèse des émissions atmosphériques de poussières prise en compte.....	100
Tableau 45 : Points spécifiques intégrés à la modélisation.....	101
Tableau 46 : Concentrations dans l'air modélisées aux points spécifiques (Poussières).....	103
Tableau 47 : Concentrations dans l'air modélisées aux points spécifiques (Métaux)	103
Tableau 48 : Concentrations d'exposition en PM 10 et PM 2.5 au niveau des habitations les plus proches.....	104
Tableau 49 : calcul des indicateurs de risque.....	105
Tableau 50 : QD calculés aux points spécifiques.....	106
Tableau 51 : ERI calculés aux points spécifiques.....	107
Tableau 52 : Valeurs seuil à respecter pour le remblaiement de l'ISDI en déchets inertes	115
Tableau 53 : Valeurs seuil à respecter pour le remblaiement de l'ISDI en déchets inertes	115

1. Contexte et méthodologie

La société COSSON, exploite une installation de stockage de déchets inertes sur la commune de Puiseux-en-France conformément aux dispositions de l'Arrêté Préfectoral du 19 décembre 2014 modifié par les arrêtés préfectoraux complémentaires du 27 septembre 2019 et du 22 décembre 2020 autorisant au remblaiement à l'aide de matériaux inertes présentant des seuils d'admission réglementairement adaptés.

Suite à la mise en évidence de problématiques agricoles, hydraulique et paysagère au sein des terrains limitrophes à l'ISDI actuelle, la société COSSON, en accord avec les propriétaires et exploitants agricoles de ces terrains, a défini un projet global de réaménagement agricole en extension de l'ISDI actuelle.

COSSON souhaite, en continuité des autorisations déjà délivrées pour le site actuel, étudier la possibilité d'adapter les seuils d'acceptation selon les dispositions de l'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12 Décembre 2014, sur les secteurs d'extension de ce projet ouvrant la possibilité de multiplier par 3 les valeurs limites mentionnées en Annexe II dudit Arrêté Ministériel.

L'extension de l'ISDI se décompose en deux secteurs qui seront successivement aménagés, à savoir le secteur d'extension sud d'environ 19 Ha, puis le secteur d'extension Est d'environ 40 Ha.



Figure 1: Localisation des deux secteurs d'extension Sud et Est de l'ISDi

Le but de cette étude est donc de démontrer que l'impact potentiel du stockage de déchets inertes, avec adaptation réglementaire des seuils, sur les eaux souterraines et la santé est d'un niveau acceptable.

Cette étude comprend donc :

- Une synthèse du contexte géologique, hydrologique, hydrogéologique et géochimique du site ;
- Pour chacune des dérogations demandées, une évaluation de l'impact sanitaire sur les eaux souterraines, conduite à l'aide d'une modélisation hydrodispersive du transfert des substances ;

2. Rappel de la réglementation en vigueur

Déchets relevant de l'annexe II de l'AM du 12 décembre 2014

L'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12 Décembre 2014 relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées stipule que :

« Concernant les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760, après justification particulière et sur la base d'une étude visant à caractériser le comportement d'une quantité précise d'un déchet dans une installation de stockage donnée et son impact potentiel sur l'environnement et la santé, les valeurs limites à respecter par les déchets visés par l'annexe II peuvent être adaptées par arrêté préfectoral. Cette adaptation pourra notamment être utilisée pour permettre le stockage de déchets dont la composition correspond au fond géochimique local.

En tout état de cause, les valeurs limites sur la lixiviation retenues dans l'arrêté ne peuvent pas dépasser d'un facteur 3 les valeurs limites mentionnées en annexe II.

Cette adaptation des valeurs limites ne peut pas concerner la valeur du carbone organique total sur l'éluât. Concernant le contenu total, seule la valeur limite relative au carbone organique total peut être modifiée dans la limite d'un facteur 2 ».

Par ailleurs, l'annexe II permet 3 facilités :

- « (1) Si le déchet ne respecte pas au moins une des valeurs fixées pour le chlorure, le sulfate ou la fraction soluble, le déchet peut être encore jugé conforme aux critères d'admission s'il respecte soit les valeurs associées au chlorure et au sulfate, soit celle associée à la fraction soluble »
- « (2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg, Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local »,
- « (3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0, Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche ».

Ainsi l'exploitant d'une ISDi peut demander plusieurs adaptations pour que les valeurs limites à respecter par les déchets relevant de l'annexe I ou de l'annexe II soient adaptées par arrêté préfectoral.

3. Documents disponibles

Les documents fournis pour la réalisation de cette étude sont les suivants :

- Demande d'autorisation d'exploiter une installation de stockage de déchets inertes sur le territoire de la commune de Puiseux-en-France (95), établie par COSSON en date d'Août 2014, au format WORD et comportant 105 pages (1),
- Annexe 2 – Puiseux-en-France – Localisation – Desserte – Accès du site projet ISDi, annexe du document (1), au format PDF et comportant 4 pages (2),
- Annexe 10 – Contexte hydraulique, établie par INTEGRALE ENVIRONNEMENT en date du 27/10/2010, annexe du document (1), au format PDF et comportant 60 pages (3),
- Annexe 18 – Etude géotechnique d'Avant-Projet, établie par NEOPRISM CONSULTANTS en date du 26/12/2011, annexe du document (1), au format PDF et comportant 58 pages (4),
- Plan intitulé « Relevé du terrain remblayé », établi par GEOMETRES EXPERTS, en date du 15/02/2017, au format DWG (5).
- Plan de localisation des secteurs d'extension Sud et Est, établi par COSSON, en date du 07 février 2019, au format PDF.

Certaines informations de la présente étude sont issues de ces documents.

Le Guide d'orientation pour l'« **acceptation des déblais et terres excavées** » établi par la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energies Île-de-France en septembre 2018 a également été utilisé.

4. Présentation du site

4.1. Localisation

Les deux secteurs d'extension faisant l'objet de la présente étude sont situés dans le département du Val-d'Oise (95), sur la commune de Puiseux-en-France (95). Les communes limitrophes de Puiseux-en-France sont :

- Au Nord : Marly-la-ville,
- Au Sud : Louvres,
- A l'Est : Villeron,
- A l'Ouest : Fontenay-en-Parisis.

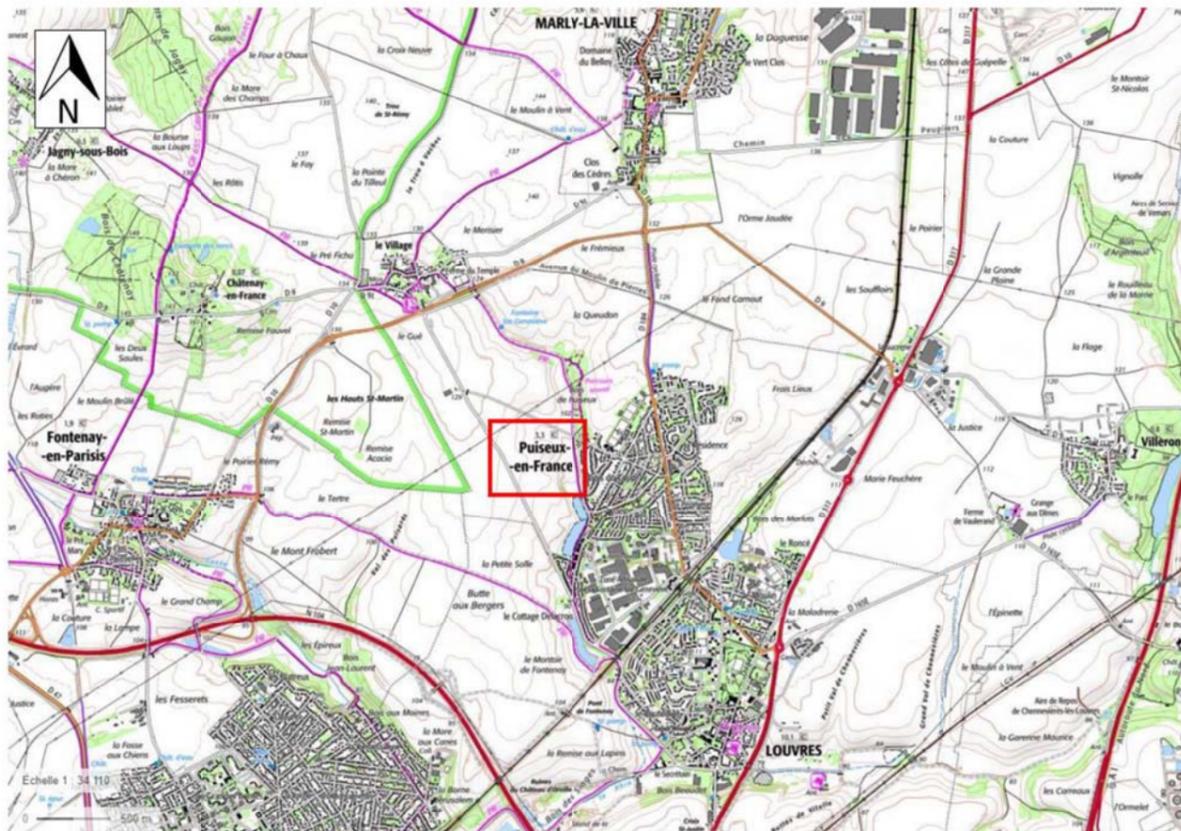


Figure 2 : Localisation de Puiseux-en-France (source : Géoportail)

Les secteurs d'extension s'implantent dans un territoire agricole dédié aux grandes cultures en bordure du chemin dit de la Fontaine Sainte-Geneviève qui relie Puiseux-en-France au Village de Puiseux-en-France.

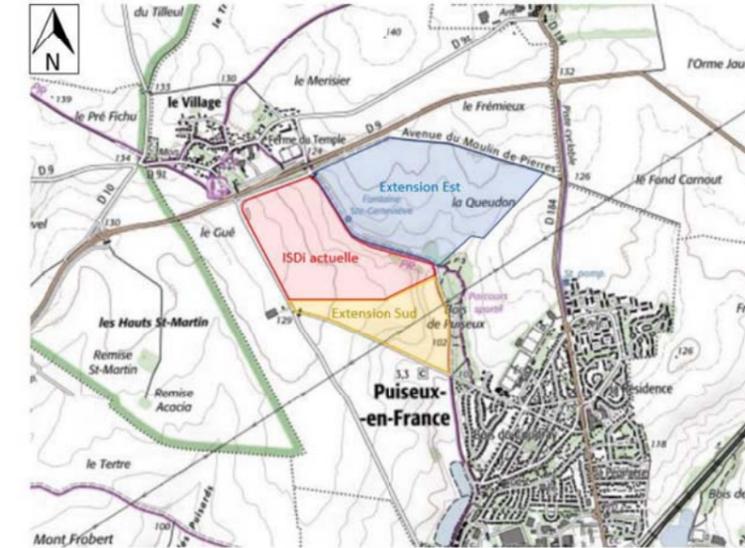


Figure 3 : Localisation du site de Puiseux (source : Géoportail)

Le site se décompose en trois parties :

1. L'ISDI actuelle est autorisée au remblaiement par les Arrêtés préfectoraux des 19 décembre 2014, 27 septembre 2019 et 22 décembre 2020 avec un réaménagement à vocation agricole et la création d'une coulée verte ;
2. Le secteur d'extension Sud d'environ 19ha situé au Sud de l'ISDI actuelle ;
3. Le secteur d'extension Est d'environ 40 ha situé à l'Est de l'ISDI actuelle.

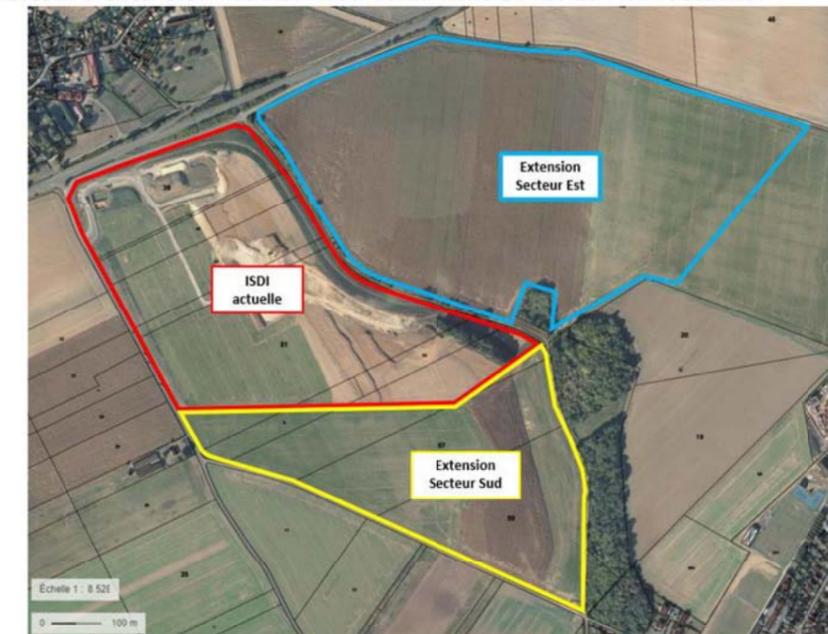


Figure 4 : Localisation des secteurs d'extension Sud et Est (source : Cosson)

L'apport de matériaux inertes, à seuils adaptés, sollicité est de 2 200 000 m³ pour une superficie d'environ 59 ha, sur une durée de 1,5 ans pour le secteur Est et 6,5 ans pour le secteur Sud.

4.2. Contexte urbanistique

Suivant le PLU (Plan Local d'Urbanisme) de la ville de Puiseux-en-France en vigueur depuis le 30 mai 2017, les deux secteurs d'extension et l'ISDI actuelle se situent en zone « A ».

D'après le règlement de la zone, l'article A.1 - OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES indique « Les dépôts et stockages de toute nature à l'exception des déchets inertes admissibles dans une ISDI (Installation de Stockage de Déchets Inertes). ».

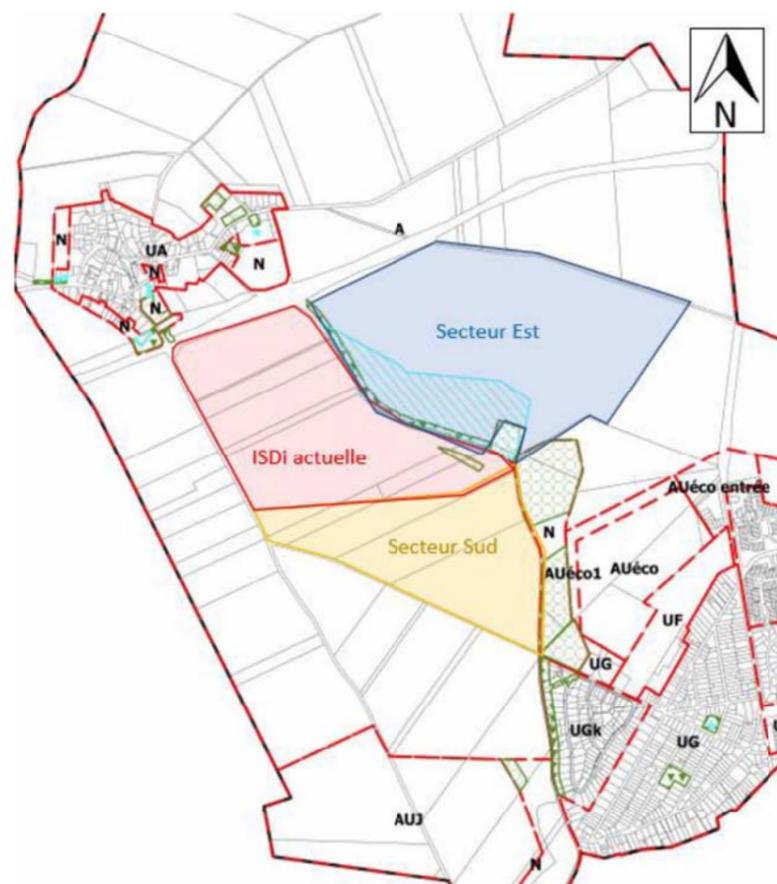


Figure 5 : Extrait du plan de zonage du PLU.

Le projet d'extension de l'ISDI de la société COSSON est compatible avec le PLU (Plan Local d'Urbanisme) de la ville de Puiseux-en-France.

4.3. Description et valorisation future

Les deux secteurs d'étude (secteur Est et Sud) comme l'ISDI actuelle seront remblayés avec des déchets inertes dont les seuils sont adaptés dans les limites réglementaires fixées par rapport à ceux fixés par l'annexe II de l'AM du 12/12/2014.

Les objectifs d'aménagement des secteurs Sud et Est seront en cohérence et en continuité avec les objectifs d'aménagement de l'ISDI en cours à savoir :

- le reprofilage des terrains agricoles permettant de réduire les phénomènes d'érosion et de ravinements vers le fossé du chemin de la Fontaine saint Geneviève ;
- le renforcement de la coulée verte dans les secteurs de talus d'aménagement ;

Tous ces aménagements seront réalisés en prenant en compte les enjeux paysagers locaux.

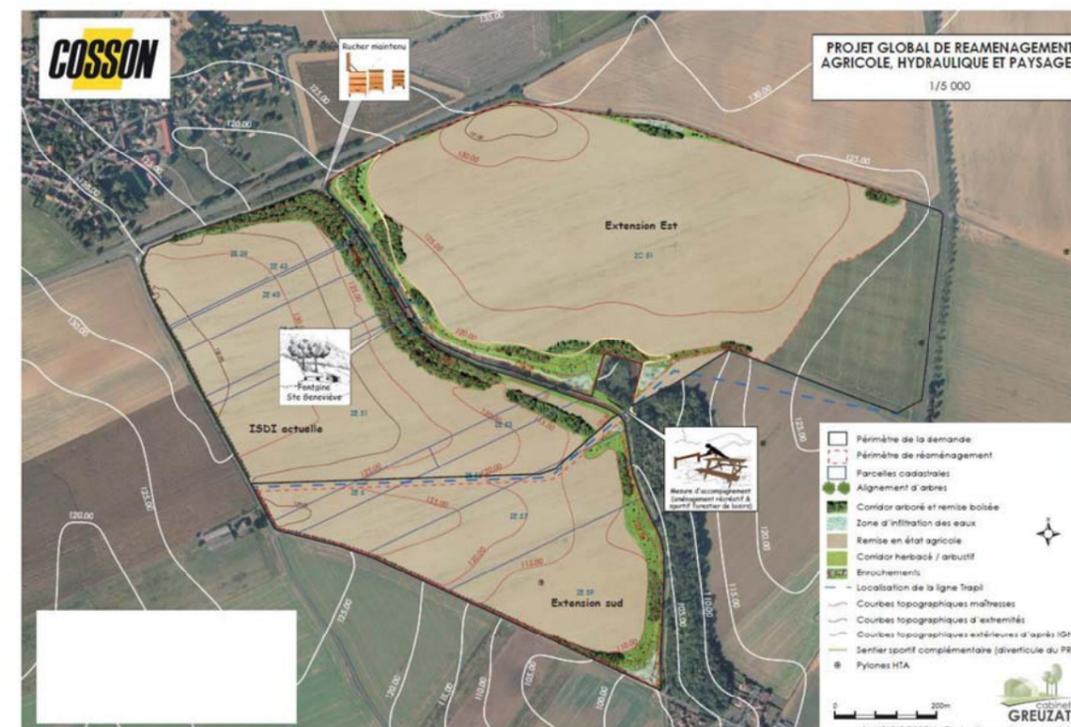


Figure 6: Réaménagement global agricole, hydraulique et paysager de l'ISDI de Puiseux en France et ses secteurs d'extension Sud et Est



Figure 7: Vues paysagères avant/après le réaménagement

4.4. Contexte géologique

4.4.1. Morphologie

La commune de Puiseux-en-France est située en Plaine de France, sur la plateforme du Calcaire de Saint-Ouen qui supporte des buttes-témoins de terrains d'âge oligocène et éocène supérieur, alignées selon une direction NW-SE.

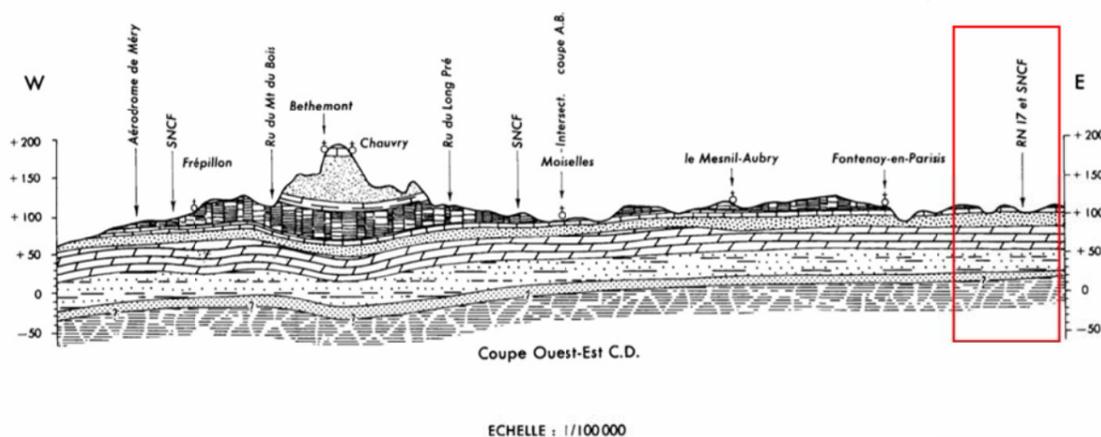


Figure 8: Coupe géologique Ouest-Est (source : BRGM)

4.4.2. Contexte géologique général

La carte géologique d'Isles-Adam (feuille N°153) au 1/50 000^e établie par le BRGM, fait état de la succession des formations géologiques suivantes, au droit du site et du haut vers le bas :

- **Limons des plateaux (LP)** (Quaternaire) : de couleur ocre, brun roux, rougeâtre, le plus souvent argileux, sableux lorsqu'ils surmontent les sables bartoniens, et renferment des fragments de meulière, de grès ou de calcaire selon le substratum, et ils peuvent être très épais (de 1 à 15 m) ;
- **Marinésien (e6b)** : notamment le **Calcaire de Saint-Ouen**, présentant un faciès d'alternance de calcaire et de marnes, d'une épaisseur variable de 5 à 15 mètres (augmentant vers le Sud). Le calcaire est souvent compact, sublithographique, blanc crème ; les marnes sont également de couleur blanc crème ;
- **Sables de Beauchamp et Sables d'Auvers (e6a)** (Auversien) : épaisseur oscillant entre 15 et 20 m ; les Sables d'Auvers sont des sables blancs, un peu jaunâtres, à stratification oblique ou entrecroisée, plus grossiers vers la base, renfermant de nombreux petits galets de silex de la craie ou de calcaire lutétien et d'une épaisseur de 6 à 8 m ; les Sables de Beauchamp, épais de 8 à 15 m, sont des sables plus fins, blancs à gris, relativement bien classés, présentant moins de stratification entrecroisée, prenant une teinte mauve à noire vers le sommet et présentant de grandes dalles discontinues de grès ;
- **Marnes et Caillasses, Calcaire Grossier (e5)** (Lutétien) :
Le Calcaire Grossier présente une épaisseur totale variant entre 30 et 40 m. Il débute par un niveau de sables calcaires glauconieux assez grossier, au-dessus viennent 4 à 5 m de calcaire sableux plus ou moins bien consolidés et pouvant même former des bancs gréseux, parfois des

dolomies sableuses jaunâtres, puis le calcaire à milioles d'une vingtaine de mètres d'épaisseur présentant des calcaires en bancs à grains plus ou moins fins, parfois entrecoupés par des niveaux peu épais de marnes beiges à grises, et enfin au sommet de la formation, les bancs sont beaucoup plus durs, formés de calcaires cristallins ou siliceux.

Les Marnes et Caillasses, épaisses de 10 à 15 m, constituant une alternance de calcaires durs, dolomitiques, parfois vacuolaires, fissurés et de marnes calcaro-dolomitiques blanc-gris avec parfois de petits niveaux d'argile marron, où l'on observe parfois des passées de gypse saccharoïde.

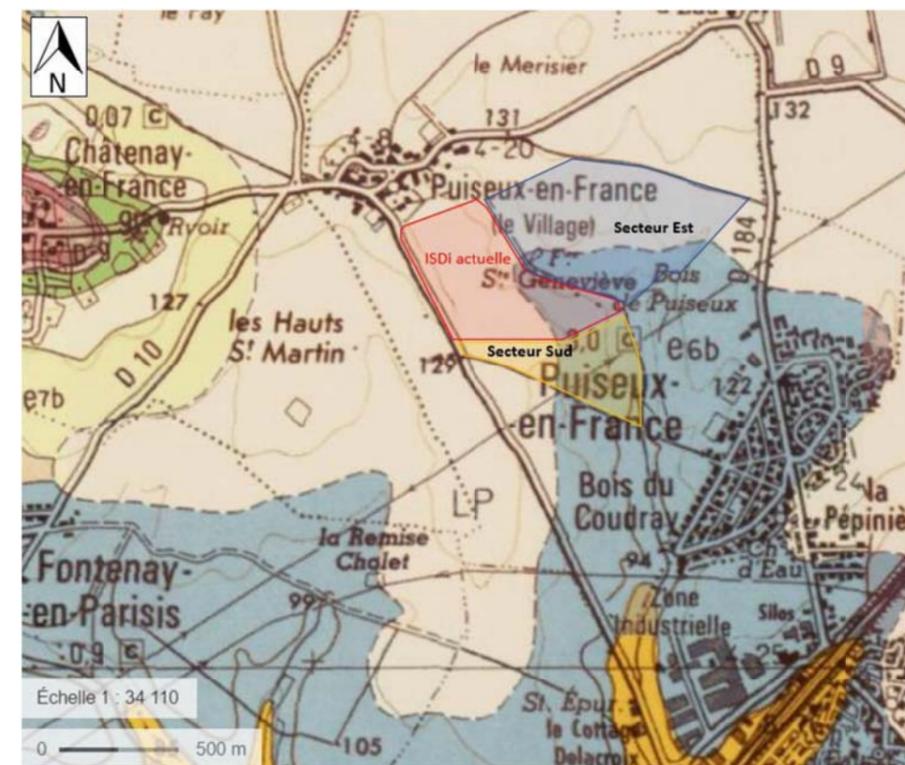


Figure 9 : Extrait de la carte géologique au 1/50 000^e (source : Infoterre) et localisation des secteurs Est et Sud

4.4.3. Contexte géologique local

Le rapport établi par INTEGRALE ENVIRONNEMENT concernant le contexte hydraulique du site de l'ISDI actuelle précise les données stratigraphiques, à savoir :

- **Les limons des plateaux** : complexe de formations résiduelles, de cailloutis, de limons proprement dits et de paléosols, formé de matériaux fins, argilo-siliceux, de couleur brun-roux, dont l'épaisseur variable est en moyenne 2 à 3 m mais peut atteindre 6 m ;
- **Le marno-calcaire de St-Ouen** : formations présentant des alternances de calcaires lacustres blancs rosés, crèmes ou grisâtres ; la partie supérieure montre des bancs calcaires plus durs ; des niveaux de marnes et d'argiles sont rencontrés généralement dans cette formation ainsi que des niveaux gypseux ; l'épaisseur moyenne est de l'ordre de 7 à 8 m ;
- **Les sables de Beauchamp** : ils constituent une formation assez homogène de sables fins plus ou moins argileux, traversés par des dalles de grès relativement continues ; ces sables localisés

sur les versants, ont été érodés au droit du vallon où ils ne subsistent plus qu'à l'état de lambeaux discontinus éboulés ; leur épaisseur varie entre 8 et 13 m au niveau du versant ;

- Les marnes et caillasses, le calcaire grossier et les sables de Cuise, d'une épaisseur respective de 10, 30 et 15 m environ, reposant eux-mêmes sur les argiles sparnaciennes imperméables.

Dans le cadre de l'élaboration du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter l'ISDi actuelle, la société NEOPRISM CONSULTANTS a réalisé en décembre 2011 une étude géotechnique d'Avant-Projet pour le compte de COSSON.

Cette étude identifie deux zones géologiques au droit du site de l'ISDi actuelle :

Zone 1	Zone 2
Sable de Monceau	Limon des Plateaux
Calcaire de Saint Ouen	Sables de Beauchamp
Sables ou Grès de Beauchamp	Marnes et Caillasses

Figure 10 : Identification et localisation des zones géologiques au droit du site (source : NEOPRISM CONSULTANTS)

Les coupes des sondages géotechniques réalisés au droit de l'ISDi actuelle permettent de préciser la géologie de la zone.

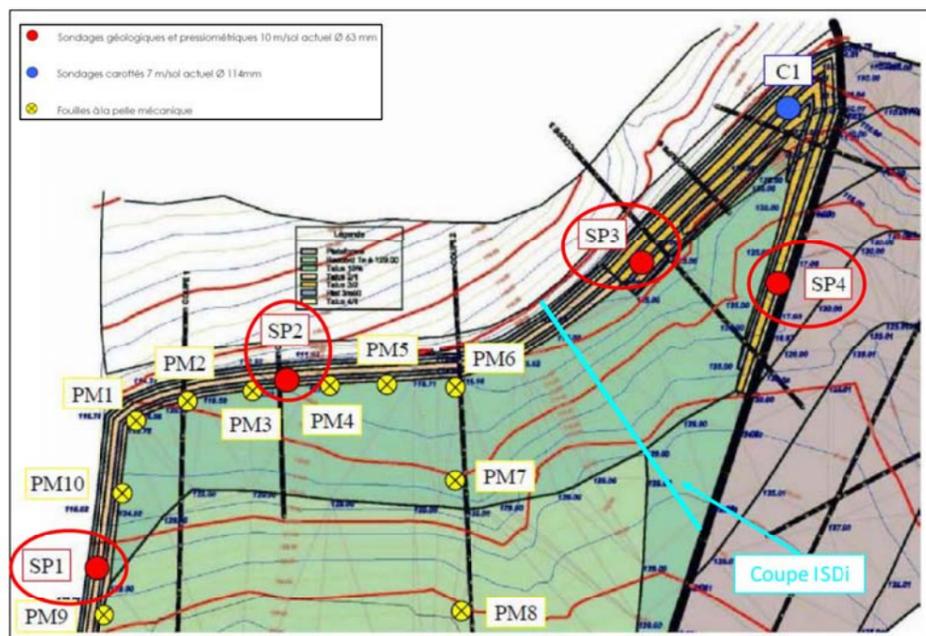


Figure 11 : Localisation des sondages géotechniques et de la coupe du projet ISDi (source : NEOPRISM CONSULTANTS)

Référence du sondage	SP1		SP2		SP3		SP4	
Zone de localisation	Zone 1		Zone 1		Zone 2		Zone 2	
Géologie	0,00/5,00 m	Limons des plateaux /colluvions	0,00/4,00 m	Limons des plateaux /colluvions	0,00/4,00 m	Limons des plateaux /colluvions	0,00/6,00 m	Limons des plateaux /colluvions
	5,00/9,14 m	Calcaire de St-Ouen	4,00/8,68 m	Calcaire de St-Ouen	4,00/10,06 m	Sables de Beauchamp	6,00/9,40 m	Sables de Beauchamp

Tableau 1 : Coupes géologiques des sondages géotechniques réalisés sur le site (source : NEOPRISM CONSULTANTS)

En 2020, l'entreprise Atlas Géotechnique a réalisé une campagne de reconnaissance géotechnique sur l'emprise des extensions de l'ISDi Actuelle. Le rapport de l'entreprise Atlas Géotechnique en charge du forage indique avoir rencontré les formations suivantes :

Formations Géologiques	Epaisseur
Limons des plateaux	2m
Calcaire de St Ouen	7m
Sable de Beauchamps	Min 6m

Figure 12: Récapitulatif des formations présentes au droit du site et de leurs épaisseurs d'après le rapport de l'entreprise Atlas Géotechnique

Synthèse :

Les données des études géotechniques de l'ISDi actuelle sont extrapolables sur les secteurs d'extension Sud et Est. La succession lithologique et les épaisseurs de formation prises en compte dans la suite du présent rapport seront donc les suivantes :

Formation géologique	Epaisseur maximale retenue
Limons des plateaux/colluvions	5 m
Calcaire de St-Ouen	7 m
Sables de Beauchamp	10 m
Marnes et Caillasses	10 m
Calcaire Grossier	50 m

Tableau 2 : Récapitulatif des formations présentes au droit du site et de leurs épaisseurs d'après les documents consultés

4.4.4. Perméabilité des terrains

Les perméabilités des terrains ont été estimées d'après leur description géologique tirée des documents disponibles, ainsi qu'à l'aide du document de référence « Géologie et géotechnique de la région parisienne », chapitre 29, établi par Georges FILLIAT et Christian DUVAUCHELLE, et daté de 1981.

Une campagne d'essais de perméabilité des terrains superficiels au droit des bassins d'infiltration du projet, secteurs sans remblais d'apport a été réalisé en janvier 2021, pour les besoins de l'étude hydraulique du projet, les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

N° de l'essai	Zone	Nature des formations testées	Date	Perméabilité
1	Extension Est	Limons argileux sur Calcaires de Saint-Ouen	13/01/2021	5,5E-05
2			13/01/2021	8,5E-05
3			15/01/2021	1,0E-05
4	Extension Sud	Colluvions plutôt argileuses sur Sables d'Auvers-Beauchamp	15/01/2021	2,5E-05
5			14/01/2021	6,0E-05
6	Extension Est	Colluvions argileuses à blocs calcaires (présence d'un banc calcaire typique des Sables d'Auvers à 2m de profondeur)	14/01/2021	1,5E-05
7			14/01/2021	1E-04
8	Site réaménagé	Sols limono-argileux (réaménagement)	13/01/2021	1,00E-06
9			13/01/2021	2,50E-06

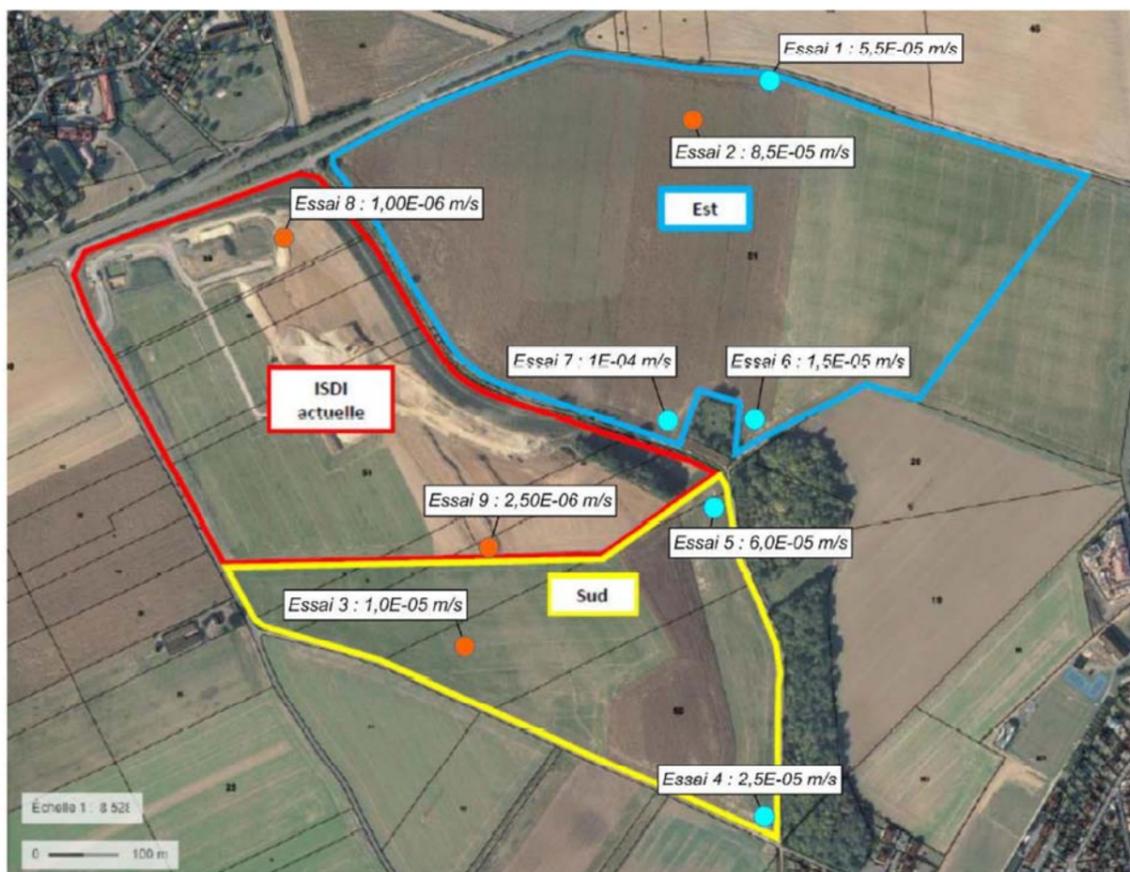


Figure 13: Résultats des essais de perméabilité (source : ACG environnement, rapport n°2021/01/E152-1/V1, janvier 2021)

Les essais réalisés sont des infiltromètres (simple anneau fermé) à charge variable et donc des essais surfaciques.

Les données bibliographiques confirment les essais réalisés. Afin de représenter la réalité sur toute l'épaisseur de la formation des limons des plateaux, une perméabilité de 1.10^{-6} m/s est retenue.

Le tableau ci-dessous récapitule les valeurs de perméabilité par formation géologique, indiquées dans les différents documents, et celles retenues pour se placer du côté sécuritaire d'un point de vue environnemental :

Synthèse :			
Formation	Perméabilité		Perméabilité retenue
Source	FILLIAT	Documents disponibles	
Limons des plateaux/colluvions	-	1.10^{-7} m/s	1.10^{-6} m/s
Calcaire de St-Ouen	1.10^{-6} à 1.10^{-8} m/s	-	1.10^{-6} m/s
Sables de Beauchamp	1.10^{-4} à 1.10^{-5} m/s en tête 1.10^{-6} à 1.10^{-7} m/s en base	-	1.10^{-5} m/s
Marnes et Caillasses	-	1.10^{-7} à 1.10^{-9} m/s	1.10^{-6} m/s
Calcaire Grossier	1.10^{-4} à 1.10^{-6} m/s dans les horizons de tête 1.10^{-7} à 1.10^{-8} m/s dans les horizons inférieurs	-	1.10^{-4} m/s

Tableau 3 : Récapitulatif des perméabilités des formations naturelles d'après les documents consultés

Pour chacune des formations, il a donc été retenu des hypothèses pouvant être considérées comme sécuritaires en prenant en compte des perméabilités moyennes à fortes.

4.5. Contexte hydrologique

4.5.1. Contexte hydrologique et enjeux

Le territoire de Puiseux-en-France est un plateau situé sur deux bassins versants :

- L'Ysieux qui prend sa source entre Fosse et Survilliers, coule au nord du territoire communal et conflue avec le Thève et l'Oise, juste au-delà de l'abbaye de Royaumont,
- Au sud, le Croult qui prend naissance entre Louvres et Goussainville rejoint la Seine au niveau de Saint-Denis après s'être grossi des eaux du Petit Crosne à Arnouville-les-Gonnesse.

La ligne de partage des eaux entre ces deux bassins versants passe approximativement sur le plateau du Merisier et celui du Frémieux.

La partie septentrionale du territoire élimine ses eaux de ruissellement vers l'Ysieux en empruntant la Côte de Saint-Etienne-de-Puiseux, ou le Val du Belloy de Marly-la-Ville.

Le reste du territoire communal voit ses eaux ruisseler vers le Croult. Le principal talweg qui draine est le chemin de la Fontaine Sainte-Geneviève qui reçoit les eaux pluviales en provenance des lieux-dits « Le Tilleul » et du « Merisier » situés tous deux au nord de Puiseux-le-village.

La zone d'implantation de l'ISDI actuelle et de ses secteurs d'extension Sud et Est pour l'implantation de l'ISDI est située sur le bassin versant du Croult en bordure du talweg du chemin de la Fontaine Sainte-Geneviève ; en effet, le fossé au sud du projet alimente en aval le Rhin, lui-même affluent du Croult.

L'altitude du terrain naturel au droit des secteurs prévus d'être aménagés en remblais inertes, varie entre 105 et 131 m NGF (NNE/SSO).

La pluviométrie moyenne est de 693 mm par an (source : station ROISSY, 1981-2010, météo France 2020). La pluviométrie semble assez constante sur l'année. Les mois les plus pluvieux sont ceux d'octobre et décembre, avec une moyenne de 70 mm par mois.



Figure 14 : Précipitation, hauteurs mensuelles en mm

Sur la base des données pluviométriques réelles, la pluie efficace est estimée à **186.3 mm/an**.

$$\text{Flux(m/s)} = [186.3 \times 10^{-3}] / [365 \text{ jours} \times 24 \text{ heures} \times 60 \text{ minutes} \times 60 \text{ secondes}]$$

Synthèse :

Nous imposerons, en fond du site de stockage, un flux hydraulique retenu pour les modélisations de **5,9.10⁻⁹ m/s**

4.5.2. Contexte de protection des milieux humides et d'intérêt écologique :

Le site d'étude se trouve hors de toute zone de protection naturelle. Aucune zone Natura 2000 ne se trouve à moins de 9,5 km du site, et la ZNIEFF la plus proche se trouve à environ 1 km (voir Figure 15).

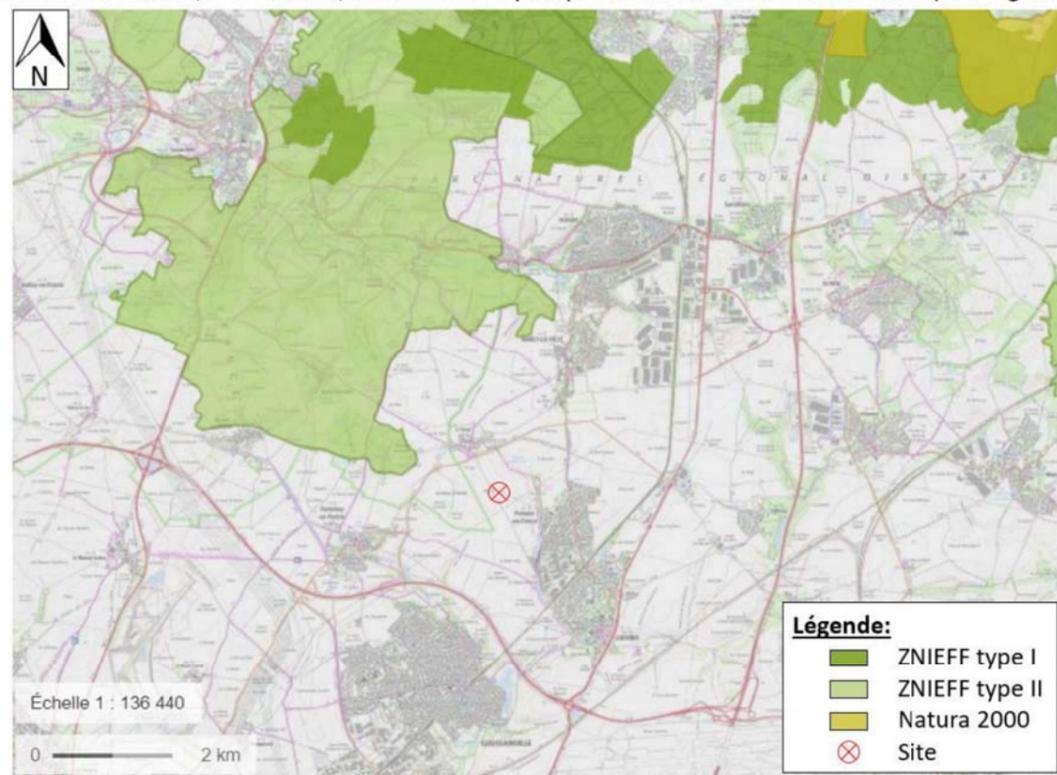


Figure 15 : Cartographie des zones protégées autour du site d'étude.

Le site se trouve en dehors de toute zone Ramsar.

Synthèse :

Le projet de la société COSSON est compatible vis-à-vis de l'hydrologie et des zones de protection écologique (ZNIEFF, Natura 2000).

4.6. Contexte hydrogéologique

4.6.1. Contexte hydrogéologique

D'après le rapport traitant du contexte hydraulique établi par INTEGRALE ENVIRONNEMENT en Octobre 2010, les niveaux aquifères rencontrés dans le secteur d'étude sont :

▪ **Le niveau aquifère des Sables de Beauchamp :**

La nappe des sables de Beauchamp est individualisée grâce au substratum semi-perméable des Marnes et Caillasses. Celles-ci peuvent laisser passer une certaine quantité d'eau vers la nappe

inférieure du Lutétien quand celle-ci n'est pas en charge. La nappe des sables de Beauchamp n'est donc pas permanente et il arrive très souvent que l'on ne trouve pas d'eau dans les sables. A l'inverse ceux-ci peuvent renfermer une nappe temporaire quand l'intensité des pluies dépasse la capacité de drainage vers le Lutétien (temps de parcours dans la zone non saturée du Beauchamp mis à part) ou la vidange vers les exutoires latéraux.

La piézométrie de la nappe des sables de Beauchamp est mal connue, justement à cause de sa non-permanence.

La carte des izopièzes des nappes des sables de Beauchamp issue de l'étude d'impact du bassin de retenue du Parc à Villeron réalisée en juin 1992 indique à priori une direction d'écoulement de la nappe orientée vers le Sud-Ouest en direction de la fosse de St Denis.

Le ru circulant en fond de vallée draine les eaux de ruissellement et de la nappe de Beauchamp.

▪ **Le niveau aquifère du Calcaire grossier et des Sables de Cuise :**

La nappe du Lutétien-Yprésien imprègne l'aquifère des calcaires fissurés du Lutétien et l'aquifère sableux de l'Yprésien. L'absence de niveaux imperméables entre ces deux horizons fait qu'il y a communication entre les aquifères et que les pressions s'équilibrent à peu près. Dans l'ensemble du secteur, on considère donc la nappe du Lutétien et de l'Yprésien comme une nappe unique. L'épaisseur totale de cet aquifère est d'environ 30 m (dont 20 m mouillés) pour le Lutétien et 35 m pour l'Yprésien.

C'est donc un aquifère d'environ 60 mètres d'épaisseur dont le toit et le mur sont constitués respectivement par les marnes et caillasses et les argiles sparnaciennes. Les Marnes et Caillasses sont semi-perméables et séparent cet aquifère de celui des Sables de Beauchamp précédemment décrit. Toutefois l'eau semble pouvoir circuler entre les bancs de caillasses et de marnes, parallèlement à la stratification et également dans les cassures perpendiculaires.

Les circulations aquifères peuvent s'y produire horizontalement et verticalement.

La nappe, présente dans toute la région parisienne, est utilisée pour l'alimentation en eau potable des populations du bassin versant du Crould. Elle a une grande importance économique. Un relevé piézométrique précis de la nappe en aval hydraulique a été fait dans l'ensemble du secteur en octobre 1996. Il montre que **la nappe s'écoule vers le sud sud-ouest** avec une pente d'environ 2,5 à 3 pour mille.

La nappe est libre à la hauteur de Puiseux-en-France et commence à devenir captive sous les Marnes et Caillasses un peu au sud de la zone industrielle de Louvres.

La nappe qui nous intéresse est donc la nappe du Lutétien-Cuisien.

D'après la carte des isopièzes de la nappe du lutétien établie par le BRGM en 2014, **le toit de la nappe au droit du site s'établit environ à la cote 77 m NGF.**



Figure 16 : Extrait de la carte des isopièzes de la nappe du lutétien au 1/50 000° de 2014 (source : BRGM)

Synthèse :

Aux vues de ces informations, la nappe du lutétien est retenue pour la modélisation avec un toit à 77mNGF.

L'écoulement de cette nappe est retenu comme étant du Nord-Est vers le Sud-Ouest.

4.6.1.1. Captages AEP

Tous les captages importants de la région sont installés dans l'aquifère du Calcaire Grossier et des Sables de Cuisse (préférentiellement dans les sables mieux protégés et plus profonds). La nappe du Lutétien-Yprésien a un intérêt économique régional, et est activement exploitée pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

Les cartes suivantes présentent les captages en eau potable situés en aval hydraulique de la zone d'étude, cette dernière étant située en dehors des périmètres de protection des captages en question.

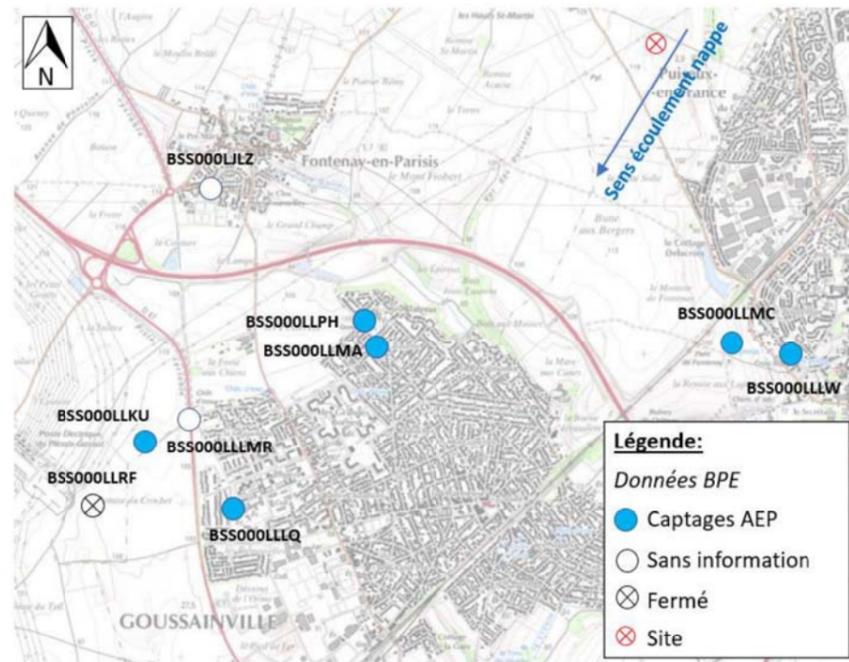


Figure 17 : Localisation des captages AEP (source BRGM).

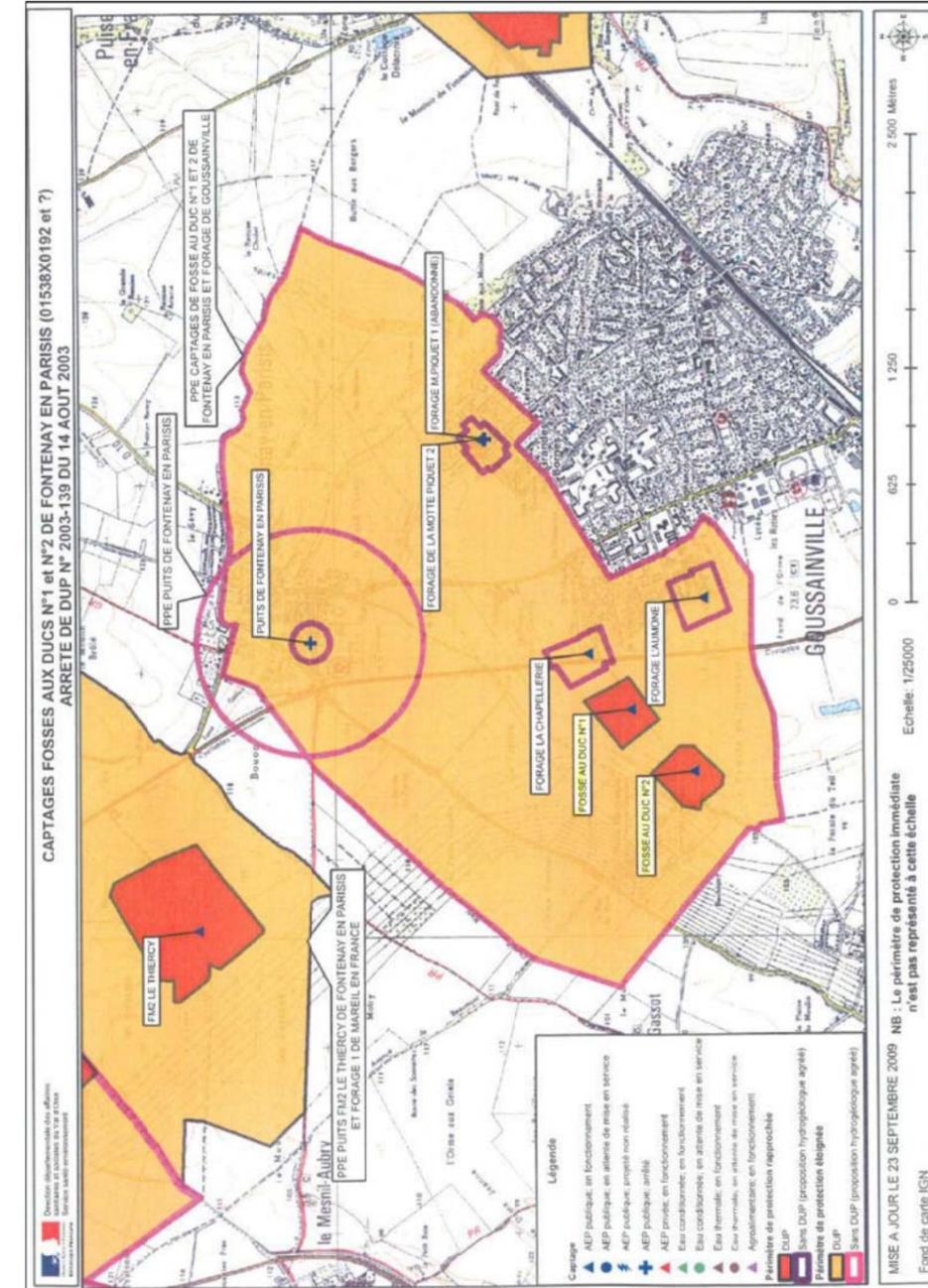


Figure 18 : Carte de localisation des captages en eau potable situés en aval hydraulique de la zone d'étude (Source : ARS ; 2009)

Le tableau suivant présente une synthèse des captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP) répertoriés à proximité de la zone d'étude.

Captages	Aquifère concerné	Etat	Position vis-à-vis de l'ISDi	Distance à l'ISDi	Analyses qualité
Captage colmaté	Lutétien	Fermé	Amont hydraulique	600 m environ	Non
Forage de reconnaissance	Lutétien	Fermé	Amont hydraulique	0,5 km environ	Non
BSS000LLRF 01538X0192/FORAGE Fosse au Duc N°2	Yprésien/Lutétien	Fermé	Aval hydraulique	5 km environ	Oui
FM2 Le Thiery	Yprésien/Lutétien	Actif	Aval hydraulique	4 km environ	Non
BSS000LJLZ 01534X0042/F1 Puit de Fontenay en Paris	Yprésien/Lutétien	Actif	Aval hydraulique	3 km environ	Oui
BSS000LLPH 01538X0145/F2	Yprésien	Actif	Aval hydraulique	2.7 km environ	Oui
BSS000LLMC 01538X0091/F	Yprésien/Lutétien	Actif	Aval hydraulique	2 km environ	Non
BSS000LLW 01538X0085/F3 Forage de la Motte Piquet 2	Lutétien	Actif	Aval hydraulique	2 Km environ	Non
BSS000LLMA 01538X0089/F1	Yprésien/Lutétien	Actif	Aval hydraulique	2.7 km environ	Non
BSS000LLKU 01538X0059/F1 Fosse au Duc N°1	Yprésien	Actif	Aval hydraulique	4.8 km environ	Oui
BSS000LLMR 01538X0104/P2 Forage de la Chapellerie	Yprésien	Actif	Aval hydraulique	4.8 km environ	Oui
BSS000LLQ 01538X0079/F Forage l'Aumone	Yprésien	Actif	Aval hydraulique	4.3 km environ	Oui

Tableau 4 : Caractéristiques des captages AEP situés à proximité de la zone d'étude (Sources : COSSON et ARS)

Suite à notre prise de contact avec les services de l'ARS du Val d'Oise en septembre 2017 (Agence Régionale de la Santé), il s'avère que les données disponibles sur la qualité de l'eau des captages répertoriés ci-dessus encore actifs, sont classées comme concernant l'aquifère de l'Yprésien/Lutétien.

Synthèse :

Le site d'étude est situé à plus de deux kilomètres de chacun d'entre eux ; il n'est pas inclus dans les périmètres de protection institués pour ces captages.

4.6.1.2. Autres forages

Outre les captages d'alimentation en eau potable, des forages à usage industriel, agricoles ou privés sont recensés dans le secteur.

Les ouvrages les plus proches du site sont représentés sur la Figure 19.

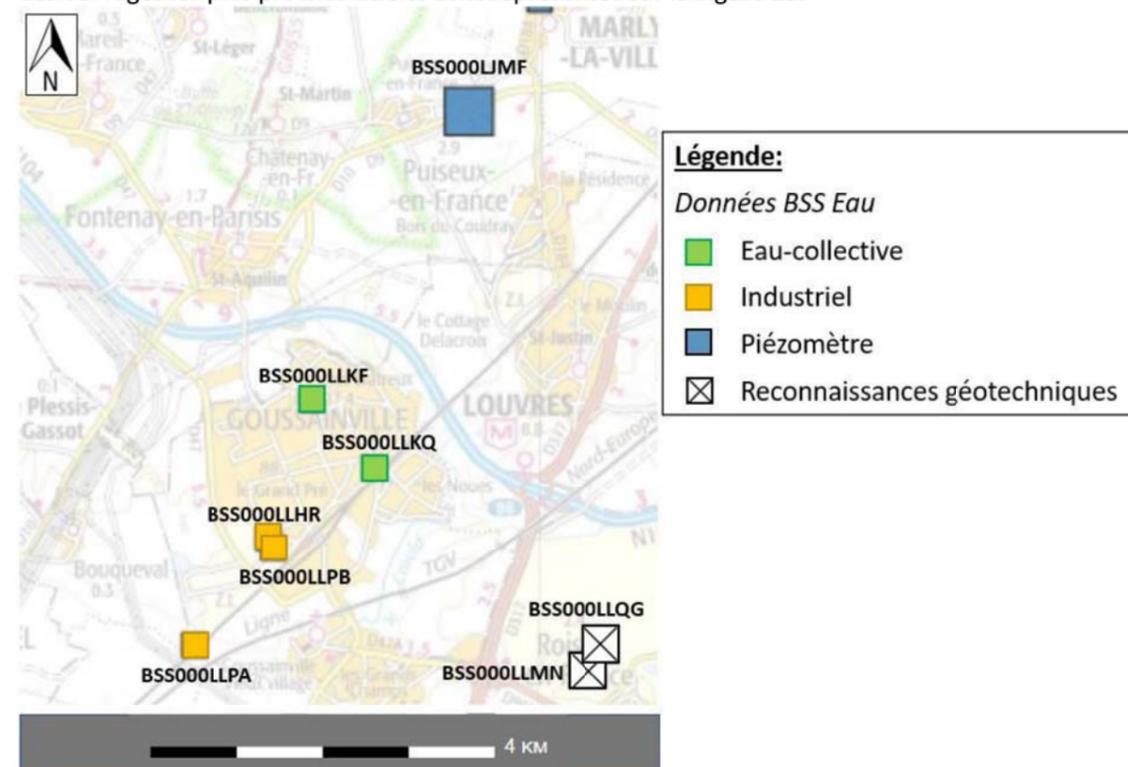


Figure 19 : Puits privés (source ADES).

Le tableau suivant présente une synthèse des captages répertoriés à proximité de la zone d'étude.

Captages	Aquifère concerné	Usage	Etat de fonctionnement	Position vis-à-vis de l'ISDi	Distance à l'ISDi	Niveau d'eau
BSS000LJMF 01534X0049/F	Yprésien/Lutétien	Piézomètre	Actif	Amont hydraulique	10 m environ	2015- 81.69 mNGF 2020- 81.33 mNGF
BSS000LLKF 01538X0045/F1	Lutétien	Puit - Eau collective	Actif	Aval hydraulique	3 km environ	1971- 69.53 mNGF
BSS000LLKQ 01538X0054/F1	Yprésien/Lutétien	Eau collective	Non renseigné	Aval hydraulique	3 km environ	1971- 63.17 mNGF
BSS000LLHR 01538X0007/F3	Lutétien	Industriel	Actif	Aval hydraulique	4.5 km environ	1952- 61mNGF
BSS000LLPB 01538X0138/F	Yprésien/Lutétien	Industriel	Actif	Aval hydraulique	4.5 km environ	1991- 60 mNGF
BSS000LLPA 01538X0137/F	Lutétien	Industriel	Non renseigné	Aval hydraulique	6.6 km environ	1991- 59.8 mNGF

4.6.2. Qualité de l'eau

4.6.2.1. SDAGE

Les **outils de gestion des milieux aquatiques** s'appliquant au territoire de la commune de Puiseux-en-France ont été recherchés sur le site internet Gest'Eau. Le seul référentiel identifié est celui du **SDAGE Seine Normandie**.

Le projet doit donc respecter les dispositions de ce document concernant la qualité des eaux souterraines. Notamment, pour la masse d'eau de du Lutétien – Yprésien du Soissonais, pour laquelle les objectifs définis sont :

- Objectif d'état global : Bon état,
- Objectif qualitatif (chimique) : Bon état chimique,
- Objectif quantitatif : Bon état.

Pour les masses d'eau souterraines, l'évaluation de l'état global de la masse d'eau se fait via l'association des objectifs qualitatifs et quantitatif. Vis-à-vis de ces objectifs, l'impact du projet se situe au niveau de l'objectif qualitatif.

La classification de la qualité des masses d'eau souterraines est régie par l'arrêté du 02/07/12 portant modification de l'arrêté du 17 décembre 2008 établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines. Les Annexes I et II de ce document, définissant les normes de qualité et les valeurs seuils pour les eaux souterraines sont reprises ci-après.

Annexe I : Normes de qualité pour les eaux souterraines

Polluant	Normes de qualité
Nitrates	50 mg/l
Substances actives des pesticides, ainsi que les métabolites et produits de dégradation et de réaction pertinents (1)	0,1 µg/l 0,5 µg/l (total) (2)
<i>(1) On entend par " pesticides " les produits phytopharmaceutiques et les produits biocides.</i>	
<i>(2) On entend par " total " la somme de tous les pesticides détectés et quantifiés dans le cadre de la procédure de surveillance, y compris leurs métabolites, les produits de dégradation et les produits de réaction pertinents.</i>	

Annexe II : Valeurs seuils pour les eaux souterraines

Partie A. - Liste minimale de paramètres et valeurs seuils associées retenues au niveau national.

Paramètres	Valeurs seuils retenues au niveau national
Arsenic	10 µg/l (1)
Cadmium	5 µg/l
Plomb	10 µg/l (2)
Mercurure	1 µg/l
Trichloréthylène	10 µg/l
Tétrachloréthylène	10 µg/l
Ammonium	0,5 mg/l (1)
<i>(1) Valeur seuil applicable uniquement aux aquifères non influencés pour ce paramètre par le contexte géologique - à définir localement pour les nappes dont le contexte géologique influence ce paramètre.</i>	
<i>(2) Dans le cas d'un aquifère en lien avec les eaux de surface et qui les alimente de façon significative, prendre comme valeur seuil celle retenue pour les eaux douces de surface en tenant compte éventuellement des facteurs de dilution et d'atténuation.</i>	

Partie B. - Valeurs seuils à définir localement.

Paramètres	Valeurs seuils retenues au niveau national
Sulfates (1)	A définir localement pour les nappes sous influence marine ou sous influence d'évaporites
Chlorures (1)	A définir localement pour les nappes sous influence marine ou sous influence d'évaporites
Conductivité (1)	A définir localement pour les nappes sous influence marine ou sous influence d'évaporites
<i>(1) En ce qui concerne les concentrations d'eau salée dues à des activités humaines, les valeurs seuils sont établies soit pour les sulfates et les chlorures, soit pour la conductivité.</i>	

Tableau 7 : Annexes I et II de l'arrêté ministériel du 02/07/2012

Les limitations concernant des paramètres listées à l'Annexe II de l'AM du 12/12/2014 sont indiquées en gras. Le projet n'est pas concerné par la partie B de l'Annexe II.

4.6.2.2. Base de données ADES

Le tableau suivant présente les données de qualité de l'eau de deux captages d'alimentation en eau potable situés directement en aval hydraulique du site et captant la nappe de l'Yprésien. La localisation de ces captages est présentée sur la figure ci-après.

	BSS000LLRF 01538X0192/FORAGE Fosse au Duc N°2		BSS000LLJZ 01534X0042/F1 Puit de Fontenay en Parisis		BSS000LLPH 01538X0145/F2		BSS000LLKU 01538X0059/F1 Fosse au Duc N°1		BSS000LLMR 01538X0104/P2 Forage de la Chapellerie		BSS000LLLQ 01538X0079/F Forage l'Aumone		Valeur retenue (mg/l)	Valeur Seuil (mg/l)
	Nbr mesures	C moy (mg/l)	Nbr mesures	C moy (mg/l)	Nbr mesures	C moy (mg/l)	Nbr mesures	C moy (mg/l)	Nbr mesures	C moy (mg/l)	Nbr mesures	C moy (mg/l)		
Arsenic As	5	0,0013	2	0,0016	10	0,0015	8	0,0016	9	0,0015	8	0,0011	0,0016	0,01
Baryum Ba														-
Cadmium Cd					14	0,00038	8	0,00044					0,00044	0,003
Chrome total Cr														-
Cuivre Cu											3	0,004	0,004	2
Mercure Hg														-
Molybdène Mo														-
Nickel Ni	5	0,0018			10	0,0034	8	0,0032	9	0,003	8	0,0033	0,0034	0,02
Plomb Pb														-
Antimoine Sb														-
Sélénium Se	5	0,0014									8	0,0021	0,0021	0,01
Zinc Zn	5	9,62	4	37,5	4	0,75	9	10,79	2	0,03	3	0,023	0,75	3
Chlorure	2	0,42			1	0,32	3	0,35	3	0,37	1	0,29	0,42	250
Sulfate	5	50,98	4	145	14	140	9	65	11	115,9	11	125,37	145	250

Tableau 5 : Données sur la qualité de l'eau des captages d'alimentation en eau potable situé en aval hydraulique du site (source : ADES mise à jour 28/01/2020)

On note donc que :

- L'ensemble des paramètres visés par l'annexe II de l'AM du 12/12/2014 n'est pas couvert ;
- Le nombre d'analyses disponibles est relativement faible (entre 3 et 14 analyses).

Afin de définir plus précisément ce fond géochimique au droit du site, deux prélèvements ont été réalisés sur le forage 01534X0049/F situé immédiatement en amont hydraulique du secteur d'extension Est. Les résultats sont présentés dans l'annexe 2 et une synthèse est présentée dans le tableau ci-dessous :

	Prélèvement novembre 2020 mg/l	Prélèvement décembre 2020 mg/l	moyenne mg/l	seuil Eaux humaines mg/l
Arsenic As	<0,003	<0,003	<0,003	0,01
Baryum Ba	0,23	0,045	0,045	0,7
Cadmium Cd	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,003
Chrome total Cr	<0,005	<0,005	<0,005	0,05
Cuivre Cu	<0,005	<0,005	<0,005	2
Mercure Hg	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Molybdène Mo	<0,01	<0,01	<0,01	0,07
Nickel Ni	<0,01	<0,01	<0,01	0,02
Plomb Pb	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Antimoine Sb	<0,005	<0,005	<0,005	0,005
Sélénium Se	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Zinc	<0,05	<0,05	<0,05	3
Chlorure	52	51	51,5	250
Fluorure	0,39	0,12	0,255	1,5
Sulfate	81	85	83	250
Indice phénol	<0,01	<0,01	<0,01	0,1

Pour les modélisations qui sont effectuées, il n'est pas possible de retenir un seuil indiqué comme inférieur à une valeur, donc dans une démarche sécuritaire, nous considérerons une valeur égale à la valeur indiquée par les analyses.

Cependant pour l'antimoine cette valeur serait trop forte. En effet le seuil Eaux humaines est à 0.005mg/l et la valeur indiquée par le laboratoire correspondrait à ce seuil avec la démarche que nous avons retenue. **Ainsi la valeur retenue est une valeur brute (valeur mesurée la plus importante mesurée).**

	Prélèvement novembre 2020 mg/l	Prélèvement décembre 2020 mg/l	Valeur retenue mg/l	seuil Eaux humaines mg/l
Arsenic As	<0,003	<0,003	0,003	0,01
Baryum Ba	0,23	0,045	0,045	0,7
Cadmium Cd	<0,0015	<0,0015	0,0015	0,003
Chrome total Cr	<0,005	<0,005	0,005	0,05
Cuivre Cu	<0,005	<0,005	0,005	2
Mercure Hg	<0,001	<0,001	0,001	0,001
Molybdène Mo	<0,01	<0,01	0,01	0,07
Nickel Ni	<0,01	<0,01	0,01	0,02
Plomb Pb	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Antimoine Sb	<0,005	<0,005	0,000062	0,005
Sélénium Se	<0,01	<0,01	0,01	0,01
Zinc	<0,05	<0,05	0,05	3
Chlorure	52	51	51,5	250
Fluorure	0,39	0,12	0,255	1,5
Sulfate	81	85	83	250
Indice phénol	<0,01	<0,01	0,01	0,1

Les valeurs ci-dessus seront prises en compte pour la suite de l'étude.

4.7. Fond géochimique des sols

Deux campagnes ont été réalisées :

1. en 2017 sur le site de l'actuelle ISDi :

Trois prélèvements ont été réalisés au droit du site, afin de caractériser le fond géochimique des sols en place.

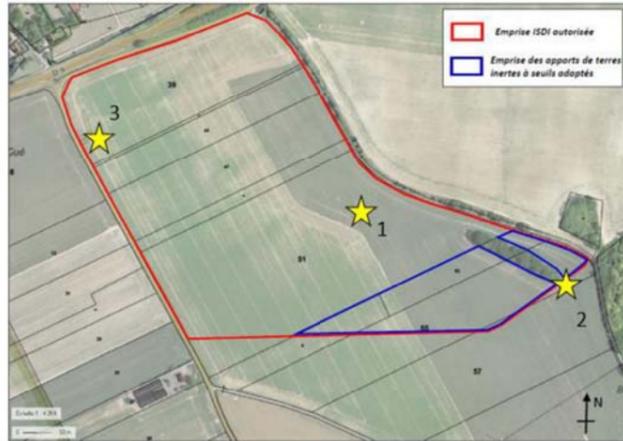


Figure 20 : Localisation des prélèvements effectués par Antea Group

Ces échantillons ont été transmis au laboratoire WESSLING pour essais de lixiviation et permettre une comparaison des concentrations obtenues aux valeurs limites fixées par l'arrêté ministériel du 12 Décembre 2014.

Les procès-verbaux sont fournis en **Annexe 1**.

Ces analyses mettent en avant aucun dépassement de seuil pour les 3 prélèvements réalisés au sein des formations naturelles (Limos des plateaux et colluvions).

Les résultats sont synthétisés ci-dessous :

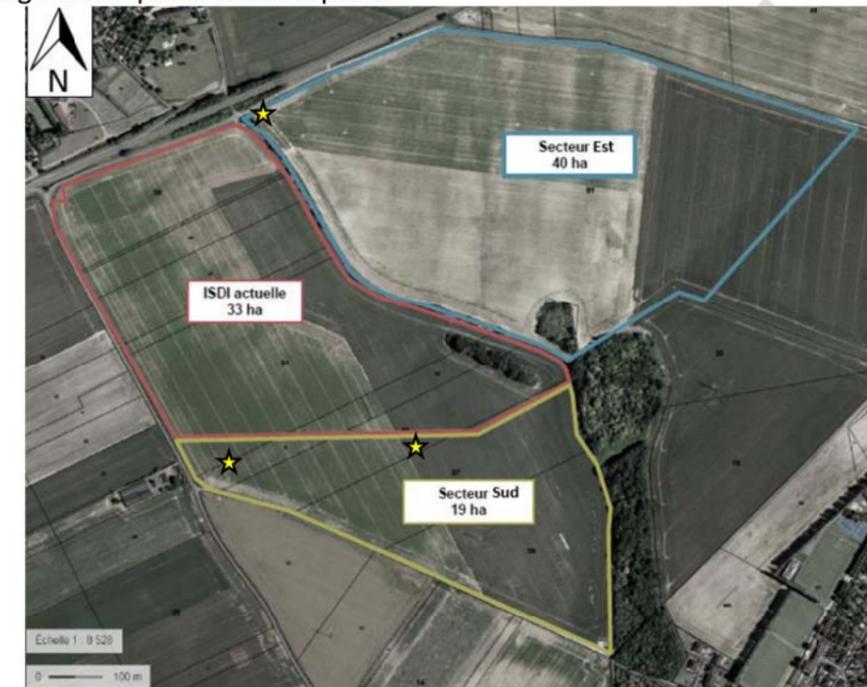
Paramètre (mg/kg)	Valeur limite AM du 12/12/14	P1	P2	P3
As	0,5	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Ba	20	< 0,05	0,32	0,08
Cd	0,04	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Cr total	0,5	< 0,05	0,12	< 0,05
Cu	2,0	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Hg	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Mo	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ni	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pb	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sb	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Se	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zn	4,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Chlorure	800	< 100	< 100	< 100
Fluorure	10	< 10	< 10	< 10
Sulfate	1 000	170	< 100	< 100
Indice phénols	1,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
COT (carbone organique total) sur éluat	500	17	< 14	27
FS (fraction soluble)	4 000	< 1 000	1 600	< 1 000

Paramètre (mg/kg de déchets sec)	Valeur limite AM du 12/12/2014	Prélèvement n°1	Prélèvement n°2	Prélèvement n°3
COT	30 000	5 700	2 400	2 900
BTEX	6	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PCB	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hydrocarbures	500	< 10	< 10	< 10
HAP	50	< 0,03	< 0,03	< 0,03

Tableau 6 : Résultats des tests de lixiviation réalisés sur les trois prélèvements.

2. en 2020 sur les deux secteurs d'extension :

Trois prélèvements ont été réalisés au droit des 2 zones d'extension, afin de caractériser le fond géochimique des sols en place.



Ces échantillons ont été transmis au laboratoire WESSLING pour essais de lixiviation et permettre une comparaison des concentrations obtenues aux valeurs limites fixées par l'arrêté ministériel du 12 Décembre 2014.

Les procès-verbaux sont fournis en **Annexe 1**.

Ces analyses mettent en avant aucun dépassement de seuil pour les 3 prélèvements réalisés au sein des formations naturelles (Limos des plateaux et colluvions).

Les résultats sont synthétisés ci-dessous :

Paramètre (mg/kg)	Valeur limite AM du 12/12/14	P12	P13	P15
As	0,5	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Ba	20	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cd	0,04	< 0,015	< 0,015	< 0,015
Cr total	0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cu	2,0	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Hg	0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Mo	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Ni	0,4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Pb	0,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Sb	0,06	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Se	0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Zn	4,0	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Chlorure	800	< 100	< 100	< 100
Fluorure	10	< 10	< 10	16
Sulfate	1 000	< 100	< 100	< 100
Indice phénols	1,0	< 0,1	< 0,1	< 0,1
COT (carbone organique total) sur éluat	500	20	28	26
FS (fraction soluble)	4 000	3 600	3 500	1 600

Paramètre (mg/kg de déchets sec)	Valeur limite AM du 12/12/2014	Prélèvement n°12	Prélèvement n°13	Prélèvement n°15
COT	30 000	41 000	24 000	47 000
BTEX	6	< 0,1	< 0,1	< 0,1
PCB	1	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Hydrocarbures	500	< 20	< 20	< 20
HAP	50	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Un dépassement du COT est observé sur les prélèvements P12 et P15 sur matière sèche, cependant aucun dépassement n'est observé par lixiviation. Ce dépassement pourrait s'expliquer par des apports organiques agricoles conventionnels ou restes de cultures après labours sur ce type de terrains cultivés.

Synthèse de la géochimie des sols :
Ces analyses ne mettent pas en avant de dépassement des valeurs limites fixés par l'annexe II de l'AM du 12/12/2014 au sein des terrains en place.

5. Etude de l'impact sanitaire vis-à-vis des eaux souterraines

5.1. Etablissement d'un modèle hydrodynamique

5.1.1. Code de calcul utilisé

Les calculs sont mis en œuvre à l'aide du modèle aux éléments finis SEEP/W édité par GEOSLOPE International (version 7.23.).

Les simulations sont effectuées en régime permanent d'écoulement hydrodynamique et en régime transitoire de transport des substances.

5.1.2. Modèle conceptuel

5.1.2.1. Schéma conceptuel

Le schéma conceptuel permet de déterminer un état factuel des milieux et des enjeux à protéger. Pour cette étude, le schéma conceptuel reprenant les trois termes « source-vecteur-cible » est le suivant :

- **Source** : Déchets Inertes dont les concentrations des paramètres ciblés par l'annexe II de l'Arrêté Ministériel sont égales à 3 fois les valeurs limites ;
- **Vecteur** : Infiltration des substances en fond de site sous l'effet des précipitations météoriques,
- **Cible** : La nappe du Lutétien, captée au niveau d'un piézomètre fictif situé à environ 100m et 3km en aval hydrogéologique du site à 48 mètres de profondeur par rapport au terrain naturel

La coupe prise en compte pour la modélisation et le schéma conceptuel associé sont donnés ci-après.

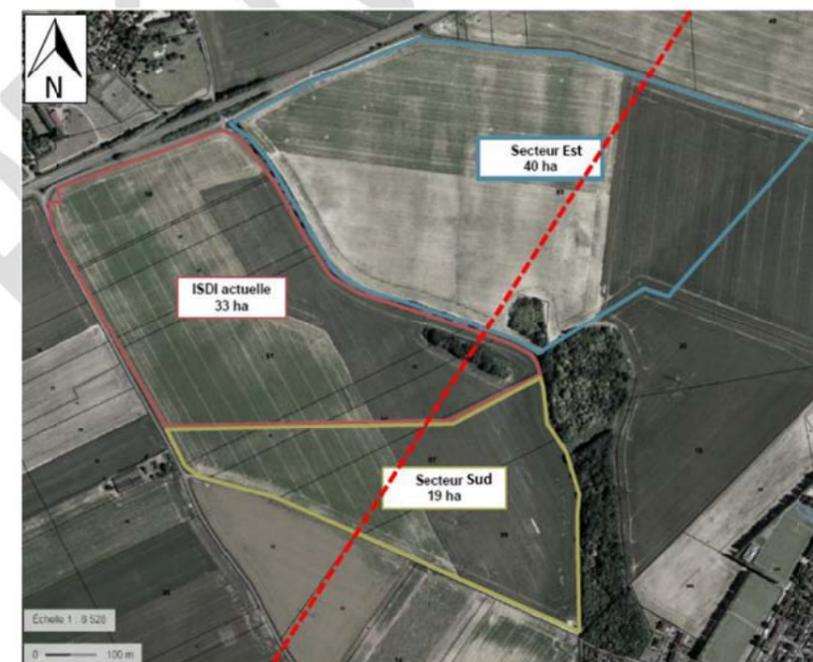


Figure 21 : Localisation de la coupe étudiée.

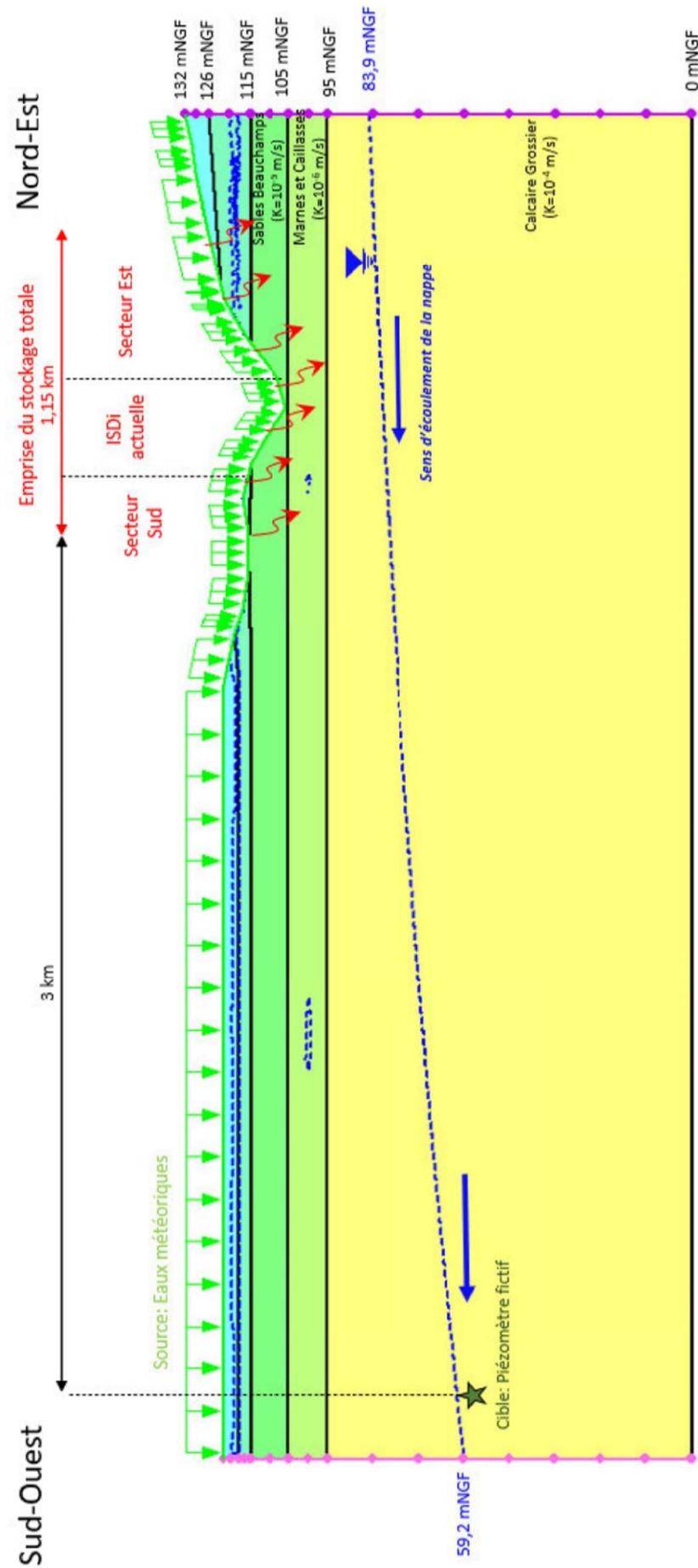


Figure 22 : Schéma conceptuel.

5.1.2.2. Extension du modèle

Extension horizontale :

Son extension est de 1,9 km du Nord-Est au Sud-Ouest, comprenant la zone de stockage Est, actuelle et Sud de 1,15 km de long. Le modèle est étendu d'environ 400 m en amont de la zone de stockage de l'extension Est d'environ 390 m en aval de la zone d'extension Sud pour éviter les effets de bord longitudinaux.

Extension Verticale :

Le modèle présente une épaisseur maximale d'environ 130 m qui correspond à la cote topographique la plus élevée au droit du site. Cette épaisseur permet de s'affranchir des effets de bord en fond.

La formation du Calcaire Grossier a été prolongée sur toute la profondeur dans l'intérêt unique de limiter l'effet de bord en fond de modèle.

5.1.2.3. Conditions aux limites

Le transfert de substances chimiques issues des matériaux inertes mis en place dans le cadre de l'aménagement de l'ISDI s'effectue grâce à l'infiltration des eaux de pluie. Les données concernant la pluviométrie sont issues des données climatologiques disponibles pour la station de Roissy.

Nous imposerons, en fond de casier, un flux de $5,9 \cdot 10^{-9}$ m/s.

On impose, respectivement à l'amont et à l'aval du modèle, les charges hydrauliques de 83,9 m NGF et 59,2 m NGF afin de simuler les écoulements de la nappe du Lutétien.

5.1.2.4. Propriétés hydrodynamiques

Les perméabilités retenues pour chaque terrain sont détaillées dans le tableau suivant.

Formation	Epaisseurs	Perméabilités
<i>Source</i>		
Limons des plateaux/colluvions	5 m	$1 \cdot 10^{-6}$ m/s
Calcaire de St-Ouen	7 m	$1 \cdot 10^{-6}$ m/s
Sables de Beauchamp	10 m	$1 \cdot 10^{-5}$ m/s
Marnes et Caillasses	10 m	$1 \cdot 10^{-6}$ m/s
Calcaire Grossier	50 m	$1 \cdot 10^{-4}$ m/s

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des hypothèses d'épaisseur et de perméabilités des terrains pour les modélisations des concentrations de 3 fois le seuil de l'AM du 12/12/2014

6. Modélisation hydro-dispersive

Les calculs sont mis en œuvre à l'aide du modèle aux éléments finis CTRAN/W édité par GEOSLOPE International (version 7.12).

Les simulations sont effectuées en régime transitoire de transport des substances. Ce logiciel permet de connaître en un point donné, **la cible**, (cf. Figure 22), l'évolution dans le temps de la concentration dans l'eau d'une substance chimique.

Tel que prévues au sein de la demande administrative initiale, des mesures de gestion des eaux pluviales sont retenues dans le cadre de l'exploitation. Les eaux pluviales sont collectées, drainées et infiltrées directement dans l'emprise de l'ISDI et n'ont pas de rejet au sein du fossé situé en limite nord-est du périmètre d'exploitation.

A cet effet, un réseau de fossés périphériques au site et un bassin de collecte et d'infiltration des eaux pluviales sont en place et entretenus sur le site, permettant une infiltration des eaux au droit de la zone de stockage.

6.1. Propriétés hydrodispersives

Le transport de substances dans la zone non saturée et dans la nappe fait intervenir un phénomène d'adsorption-désorption de la substance sur la matrice poreuse, pris en compte dans les modélisations par un facteur de retard qui s'établit selon la relation suivante :

Le coefficient de retard R traduit les différents processus qui entraînent la fixation des substances dissoutes sur la matrice ou les particules solides du sol.

$$R = 1 + \rho_s \cdot K_d / \omega$$

avec :

- ρ_s est la densité du sol
- K_d est le coefficient de partage liquide – solide de la substance
- ω est la porosité du sol

K_d caractérise le rapport entre la concentration en substance adsorbée au niveau de la matrice de l'aquifère, et la concentration en substance dissoute dans l'eau de la nappe s'écoulant au travers de la matrice.

Pour les métaux lourds et les sels, les valeurs des coefficients de partage liquide-solide sont issues de sources documentaires.

Pour les substances organiques, le K_d est calculé à partir du coefficient de répartition du composé entre la matière organique et l'eau, K_{oc} et de la fraction organique du sol (f_{oc}).

On définit également K_{ow} , le coefficient de partage octanol-eau défini comme étant le rapport de la concentration du composé dans la phase octanol à sa concentration dans la phase eau, Les produits chimiques avec des valeurs basses de K_{ow} (< 10) sont relativement hydrophiles ; ils possèdent de fortes solubilités et des coefficients d'adsorption bas.

Ce coefficient est utile pour estimer la quantité de produit chimique qui sera adsorbée par la matrice de la roche aquifère et pour évaluer le retard.

On a : $K_d = f_{oc} \cdot K_{oc}$

Et on tire de la bibliographie¹ des relations reliant K_{oc} à K_{ow} :

$$\text{Log}(K_{oc}) = 0,088 + 0,909 \log K_{ow}$$

Une valeur de cette constante faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau.

6.2. Substances retenues et caractéristiques

6.2.1. Concentrations prise en compte

Le Tableau 8 suivant reprend ces critères, ainsi que les valeurs seuils associées pour les déblais relevant de l'annexe II de l'AM du 12/12/2014 :

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE À RESPECTER exprimée en mg/kg de matière sèche		
	Annexe II de l'AM du 12/12/2014	Facteur	Valeur des déblais
As	0,5	3	1,5
Ba	20	2	40
Cd	0,04	3	0,12
Cr total	0,5	3	1,5
Cu	2	3	6
Hg	0,01	3	0,03
Mo	0,5	3	1,5
Ni	0,4	3	1,2
Pb	0,5	3	1,5
Sb	0,06	3	0,18
Se	0,1	3	0,3
Zn	4	3	12
Chlorure (1)	800	3	2 400
Fluorure	10	3	30
Sulfate (1)	1 000 (2)	3	3 000 (2)
Indice phénol	1	3	3
COT (carbone organique total) sur éluat (3)	500	3	500*
FS (fraction soluble) (1)	4 000	3	12 000

Tableau 8 : Paramètres à analyser lors du test de lixiviation et valeurs limites à respecter avec et sans adaptation sur les seuils fixés par l'annexe II de l'AM du 12/12/2014.

Il est également rappelé que l'Annexe II de l'AM du 12/12/2014 permet 3 facilités :

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

¹ Hasset and al (1983) Correlation of compound properties with sorption characteristics of non-polar compound by soils and sediments; concepts and limitations, in Environment and Solid Wastes, p 161-178.

(2) Si le déchet ne respecte pas cette valeur pour le sulfate, il peut être encore jugé conforme aux critères d'admission si la lixiviation ne dépasse pas les valeurs suivantes : 1 500 mg/l à un ratio L/S = 0,1 l/kg et 6 000 mg/kg de matière sèche à un ratio L/S = 10 l/kg, Il est nécessaire d'utiliser l'essai de percolation NF CEN/TS 14405 pour déterminer la valeur lorsque L/S = 0,1 l/kg dans les conditions d'équilibre initial ; la valeur correspondant à L/S = 10 l/kg peut être déterminée par un essai de lixiviation NF EN 12457-2 ou par un essai de percolation NF CEN/TS 14405 dans des conditions approchant l'équilibre local.

(3) Si le déchet ne satisfait pas à la valeur limite indiquée pour le carbone organique total sur éluat à sa propre valeur de pH, il peut aussi faire l'objet d'un essai de lixiviation NF EN 12457-2 avec un pH compris entre 7,5 et 8,0, Le déchet peut être jugé conforme aux critères d'admission pour le carbone organique total sur éluat si le résultat de cette détermination ne dépasse pas 500 mg/kg de matière sèche,

*Concernant le **Carbone Organique Total (COT)**, l'article 6 de l'AM du 12/12/2014 précise que « [...] Cette adaptation des valeurs limites ne peut pas concerner la valeur du carbone organique total sur l'éluat, Concernant le contenu total, seule la valeur limite relative au carbone organique total peut être modifiée dans la limite d'un **facteur 2**, ».

Le guide « acceptation des déblais et terres excavées » (publié par la DRIEE Ile de France en septembre 2018) est venu expliciter les facilités (1) et (2) pour le **sulfate, le chlorure et la fraction soluble** en cas de dérogation acceptée :

« Seule la facilité (1) est cumulable avec la dérogation, c'est-à-dire que les seuils de la facilité (1) peuvent être multipliés par trois dans l'application ».

Il n'est donc pas possible de multiplier par trois la valeur de la facilité (2) (de 6 000 mg/kg).

Le tableau suivant synthétise les valeurs limites :

(mg/kg matière sèche)	Aucune dérogation	Application dérogation avec valeurs limites maximales	Application facilité (1) avec dérogation
Sulfate	1 000	3 000	Sans limite si FS < 12 000
Chlorure	800	2 400	Sans limite si FS < 12 000
Fraction soluble (FS)	4 000	12 000	Sans limite si Chlorure < 2 400 ET Sulfate < 3 000

Tableau 9 : Adaptations des facilités prévues par l'Annexe II de l'AM lors de l'acceptation des déchets inertes avec ou sans dérogation pour le sulfate, le chlorure et la fraction soluble (source : DRIEE Ile-de-France).

Le logiciel C-TRAN prend en compte des concentrations dans l'eau et non dans les sols ce qui nécessite de transformer ces valeurs en mg/l.

Les valeurs définies dans l'Arrêté Ministériel étant définies par des essais de lixiviation, réalisés selon la norme NF EN 12457-2, en considérant un rapport Liquide/Solide = 10 l/kg, les concentrations seuil à la source sont les suivantes :

Substance	Concentrations prises en compte (mg/l)
	Déblais présentant des teneurs de 2 à 3 fois le seuil de l'AM du 12/12/14 prévoyant cette possibilité réglementaire
Arsenic As	0.15
Baryum Ba	4 (facteur 2)
Cadmium Cd	0.012
Chrome total Cr	0.15
Cuivre Cu	0.6
Mercurie Hg	0.003
Molybdène Mo	0.15
Nickel Ni	0.12
Plomb Pb	0.15
Antimoine Sb	0.018
Sélénium Se	0.03
Zinc Zn	1.2
Chlorure	240
Fluorure	3
Sulfate	300

Tableau 10 : Concentrations seuil à la source en mg/l dans l'eau.

6.2.2. Durée d'application de la concentration

La durée d'application de la concentration source est déduite de l'application de la relation :

$$L/S = i \times t / (d \times h)$$

Avec :

- L : la hauteur des précipitations en mm/an
- t : la durée d'application de la concentration en années
- d : la densité du remblai en kg/m³
- h : la hauteur de remblais en m.

La concentration sera appliquée sur une durée de 500 ans en fond d'emprise. Cette hypothèse retenue est considérée comme sécuritaire.

6.2.3. Coefficient de partage liquide – solide de la substance

Sur la base de la littérature scientifique, les valeurs de K_d retenues pour les différentes substances sont les suivantes :

Substance	K _d (ml/g)	Source	K _d (ml/g) retenu
Arsenic As	1,00 – 1 500	INERIS*	1
Baryum Ba	2	BRGM**	2
Cadmium Cd	20	BRGM**	20
Chrome total Cr	10	BRGM**	10
Cuivre Cu	2,5 – 6 353	INERIS*	2,5
Mercure Hg	1	BRGM**	1
Molybdène Mo	Absence de données	-	0,3***
Nickel Ni	36,1	INERIS*	36,1
Plomb Pb	7 – 40 000	INERIS*	7
Antimoine Sb	5	BRGM**	5
Sélénium Se	Absence de données	-	4,3***
Zinc Zn	2 – 3 000	INERIS*	2
Chlorure	Absence de données		0***
Fluorure	Absence de données	-	0,3***
Sulfate	Absence de données	-	0,02***
Indice phénols	Absence de données	-	1,66***
Carbone Organique Total sur éluat COT	Absence de données		
Fraction Soluble FS	Absence de données		

*Fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS.

**Réutilisation hors site des terres excavées en technique routière et dans des projets d'aménagement – Rapport final – BRGM/RP-60227-FR, de Février 2012.

***Base de données interne à Antea Group issue d'études ultérieures.

Tableau 11 : Valeurs K_d retenues pour chaque substance

Lorsque les sources documentaires fournissent des valeurs très différentes, il est appliqué les recommandations du guide BRGM/RP-60227-FR, à savoir : « Une valeur de cette constante K_d faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau, Parmi plusieurs valeurs, nous recommandons donc de retenir la valeur la plus faible ».

Pour l'indice phénol, substance polaire, nous avons considéré un pH de remblai de 7 et un pKa pour le phénol de 10 et pris en compte la relation établie par Veerkamp & ten Berge (cf. rapport BRGM/RP-60227-FR, de Février 2012). Dans le cas d'un pH>7, il conviendra de réévaluer le coefficient de partage et donc l'impact potentiel sur les eaux souterraines.

Il est rappelé qu'une valeur de cette constante faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau.

Enfin, le Carbone Organique Total (COT) ne sera pas modélisé, puisque l'Arrêté Ministériel du 12/12/2014 ne permet pas d'augmenter le seuil d'acceptabilité au-delà de 2.

6.2.4. Concentration cible – seuil de potabilité

Les concentrations cibles correspondent :

- Soit, pour les eaux destinées à la consommation humaine, aux limites fixées par l'arrêté du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R, 1321-2, R, 1321-3, R, 1321-7 et R, 1321-38 du code de la santé publique ;
- Soit, à défaut de valeurs fixées pour les eaux destinées à la consommation humaine, aux valeurs guides des directives pour la qualité de l'eau de boisson établi par l'Organisation Mondiale de la Santé (*Guidelines values for chemicals that are of health significance in drinking water, 2011*), en l'absence de valeur dans l'arrêté du 11/01/2007 précédemment cité.
- Soit, à défaut de valeurs guides des directives pour la qualité de l'eau de boisson établie par l'OMS, aux limites de qualité des eaux brutes de toute origine, utilisées pour la production d'eau destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, fixées pour l'application des dispositions prévues aux articles R, 1321-7 (II), R, 1321-17 et R, 1321-42,

Source	AM du 11 janvier 2007 modifié - eaux		OMS 2011	Seuil retenu
	Brutes	Consommation humaine		
Arsenic As	0,1	0,01	0,01	0,01
Baryum Ba	1,00	0,70	/	0,70
Cadmium Cd	0,005	0,005	0,003	0,003
Chrome total Cr	0,05	0,05	0,05	0,05
Cuivre Cu	/	2	2	2
Mercure Hg	0,001	0,001	0,006	0,001
Molybdène Mo	/	/	0,07	0,07
Nickel Ni	/	0,02	0,07	0,02
Plomb Pb	0,05	0,01	0,01	0,01
Antimoine Sb	/	0,005	0,02	0,005
Sélénium Se	0,01	0,01	0,04	0,01
Zinc	5	/	3	3
Chlorure	200	250	250	250
Fluorure	/	1,50	1,5	1,5
Sulfate	250	250	500	250
Indice phénol	0,1	/	0,2	0,1
Fraction soluble				Cf, sulfates et chlorures

Tableau 12 : Valeurs seuil de potabilité pour chaque substance (mg/l).

Compte tenu de l'analyse du contexte hydrogéologique et environnemental, on considérera un seuil eaux humaines au point de mesure fictif situé au droit du captage AEP le plus proche en aval hydraulique (3 km).

Nota : La fraction soluble étant uniquement un indicateur des éléments solubles, elle sera mise en évidence par les chlorures et les sulfates, ses deux principaux composants susceptibles d'impacter la nappe.

6.3. Résultats des modélisations

Ces modèles ont été réalisés en considérant l'ensemble des hypothèses décrites précédemment.

6.3.1. Arsenic (As)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,15 mg/l (Kd=1 ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,15	à 3 km	0,02	0,01

Tableau 13 : Evolution de la concentration en Arsenic dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Arsenic dans le temps au niveau du point de mesure.

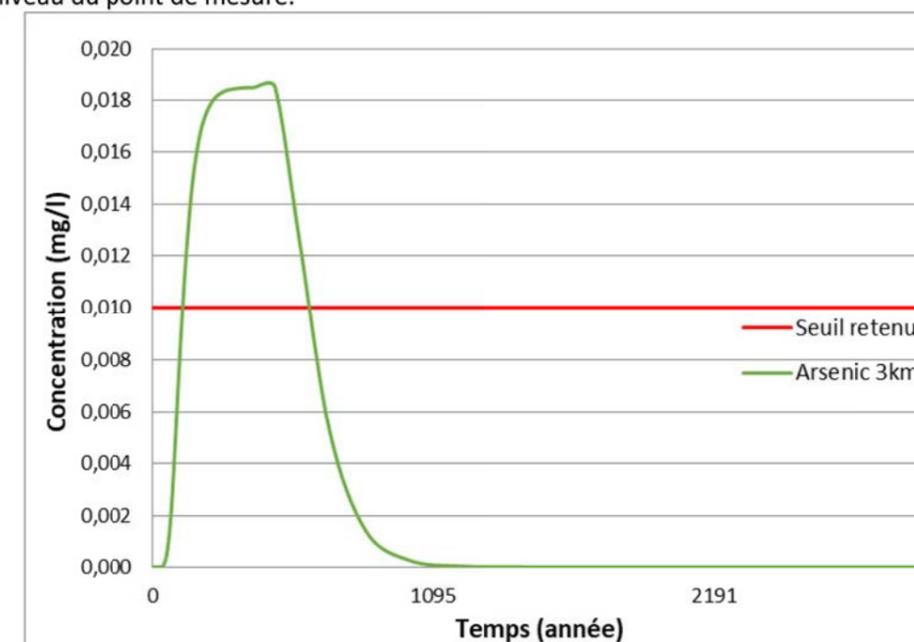


Figure 23 : Evolution de la concentration en Arsenic dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Arsenic. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Arsenic pour la cible prise en compte.

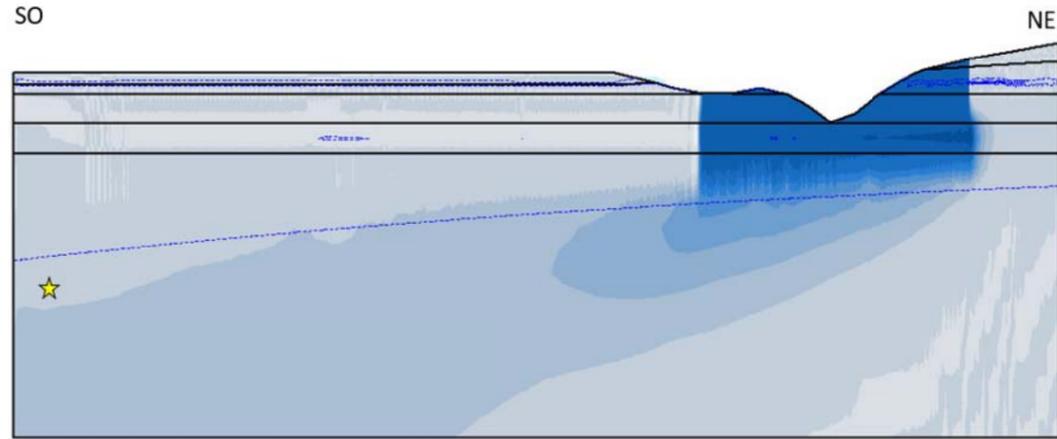


Figure 24 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.2. Baryum (Ba)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **2 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 4,00 mg/l ($K_d=2$ ml/g).

	Concentration à la source (mg/l)	Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
2	fois la valeur seuil de l'AM	4	à 3 km	0,5	0,7

Tableau 14 : Evolution de la concentration en Baryum dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Baryum dans le temps au niveau du point de mesure.

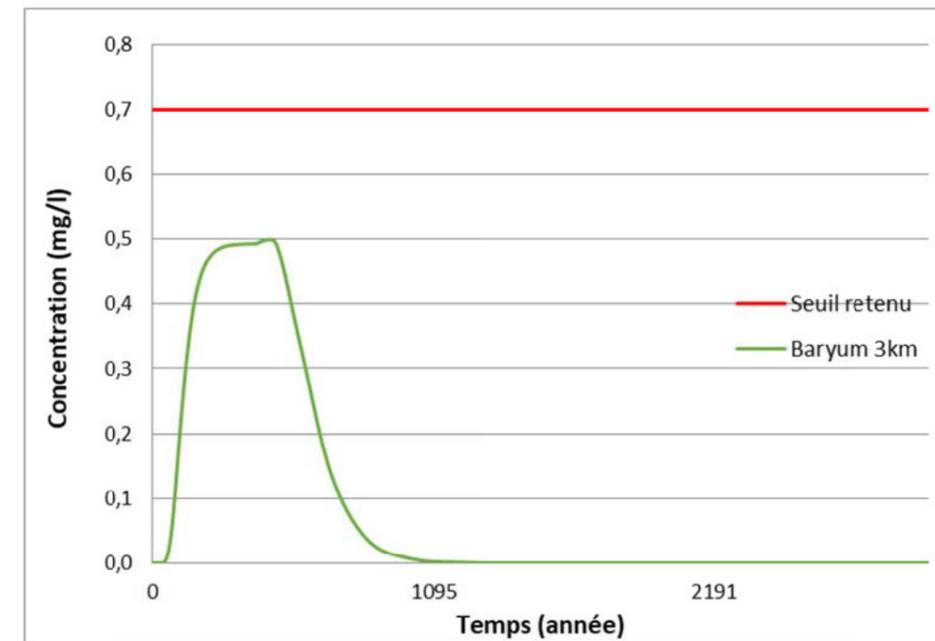


Figure 25 : Evolution de la concentration en Baryum dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Baryum. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Baryum pour la cible prise en compte.

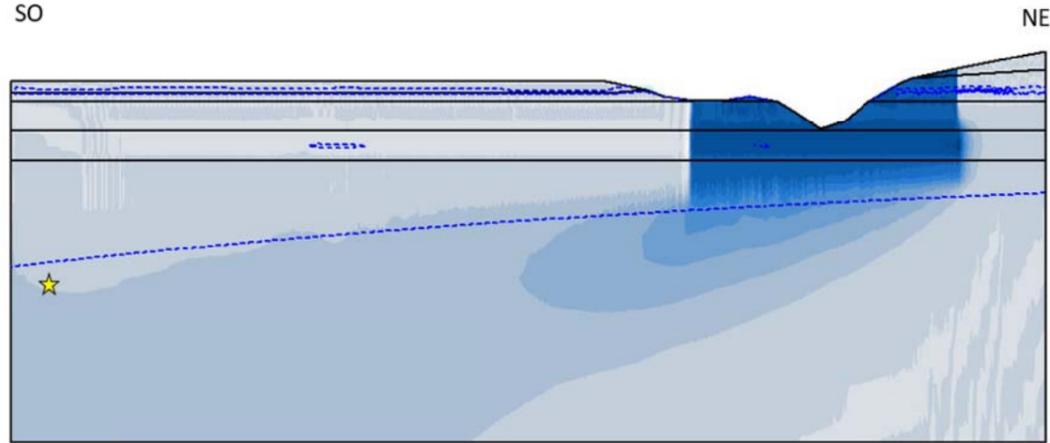


Figure 26 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.3. Cadmium (Cd)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,012 mg/l (Kd=20 ml/g).

	Concentration à la source (mg/l)	Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,012	à 3 km	0,001	0,003

Tableau 15 : Evolution de la concentration en Cadmium dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Cadmium dans le temps au niveau du point de mesure.

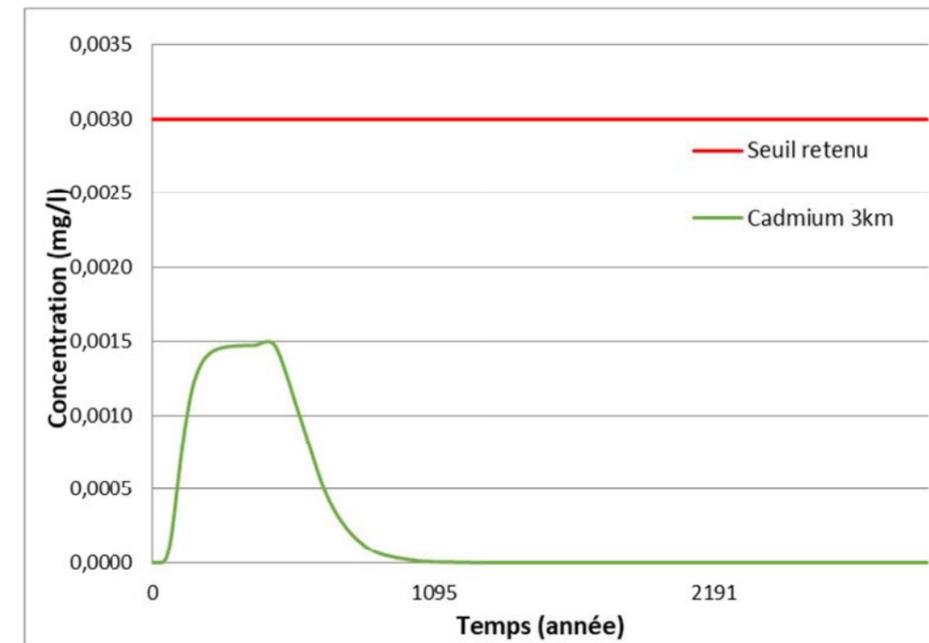


Figure 27 : Evolution de la concentration en Cadmium dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Cadmium. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Cadmium pour la cible prise en compte.

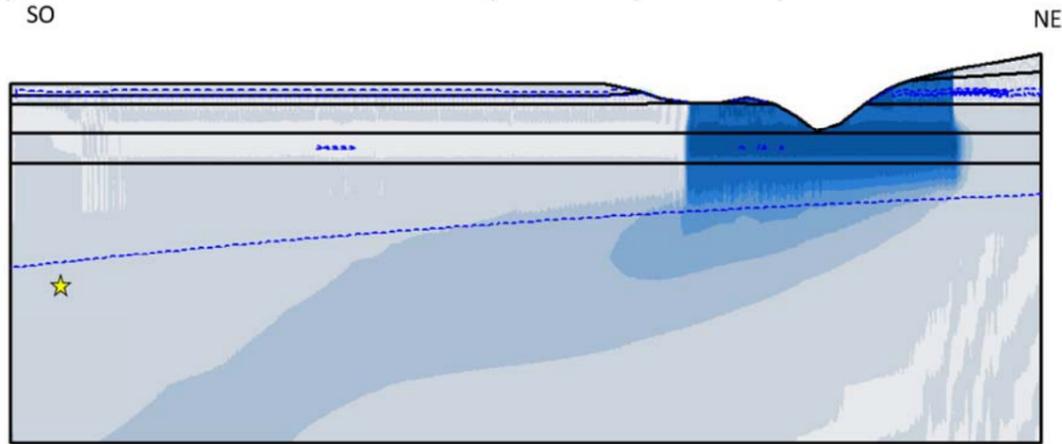


Figure 28 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.4. Chrome (Cr)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,15 mg/l ($K_d=10$ ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,15	à 3 km	0,02	0,05

Tableau 16 : Evolution de la concentration en Chrome dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Chrome dans le temps au niveau du point de mesure.

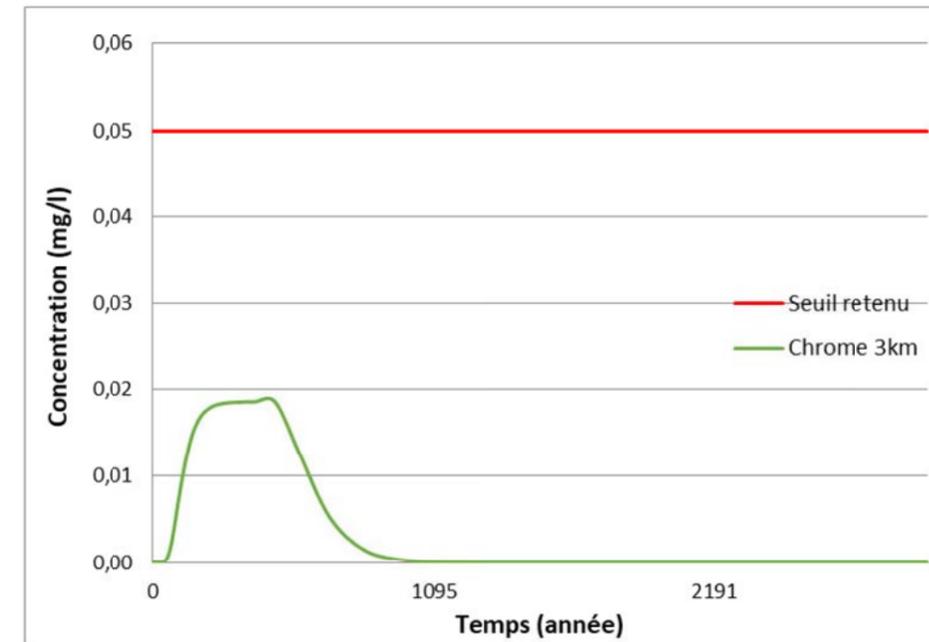


Figure 29 : Evolution de la concentration en Chrome dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Chrome. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Chrome pour la cible prise en compte.

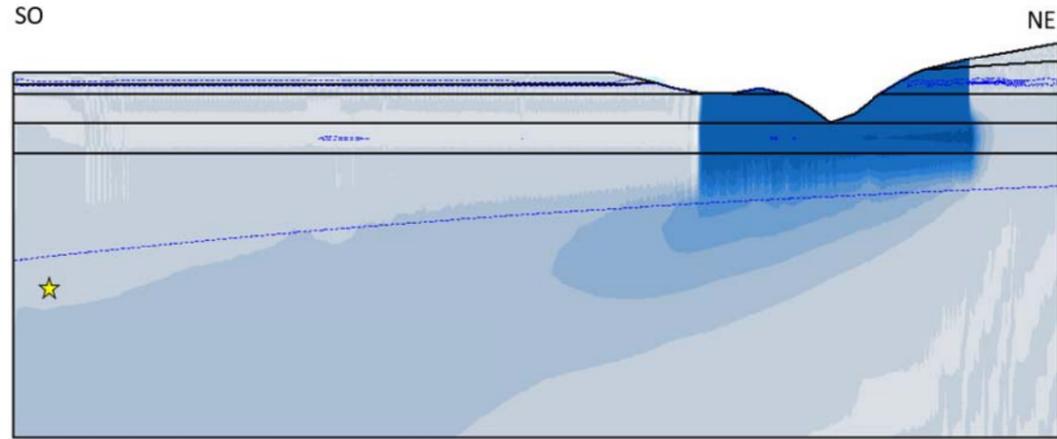


Figure 30 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.5. Cuivre (Cu)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,60 mg/l ($K_d=2,5$ ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,6	à 3 km	0,1	2

Tableau 17 : Evolution de la concentration en Cuivre dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Cuivre dans le temps au niveau du point de mesure.

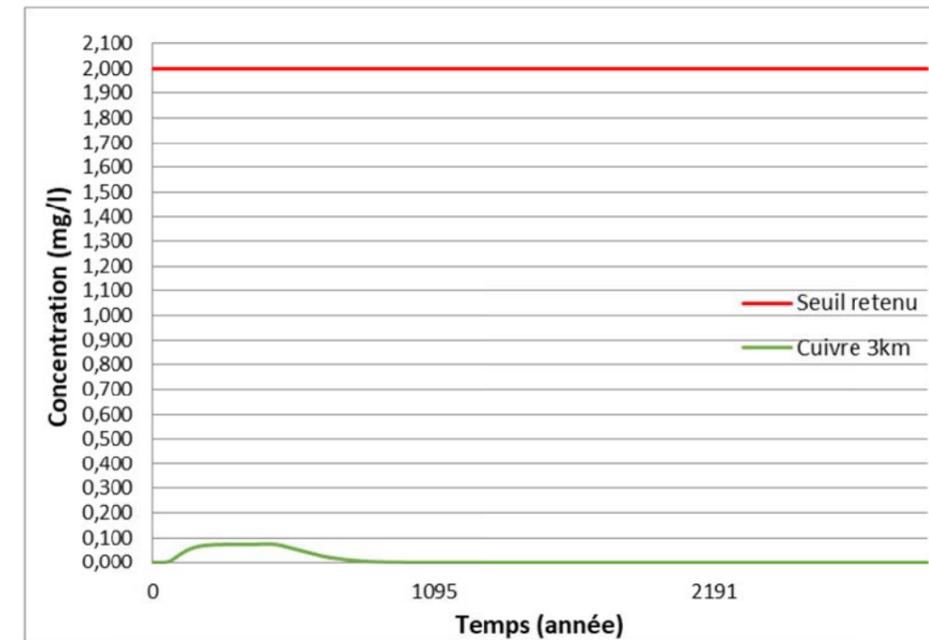


Figure 31 : Evolution de la concentration en Cuivre dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Cuivre. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Cuivre pour la cible prise en compte.

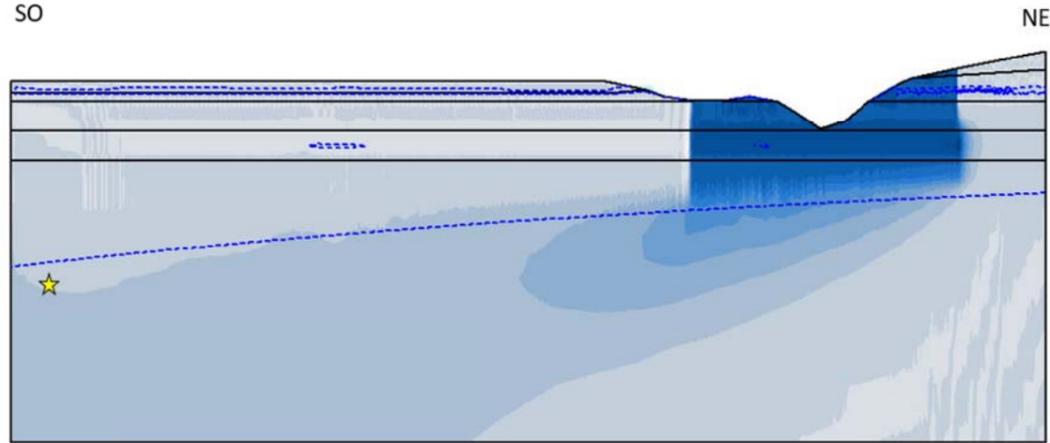


Figure 32 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.6. Mercure (Hg)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,003 mg/l ($K_d=1,0$ ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,003	à 3 km	0,0004	0,001

Tableau 18 : Evolution de la concentration en Mercure dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Mercure dans le temps au niveau du point de mesure.

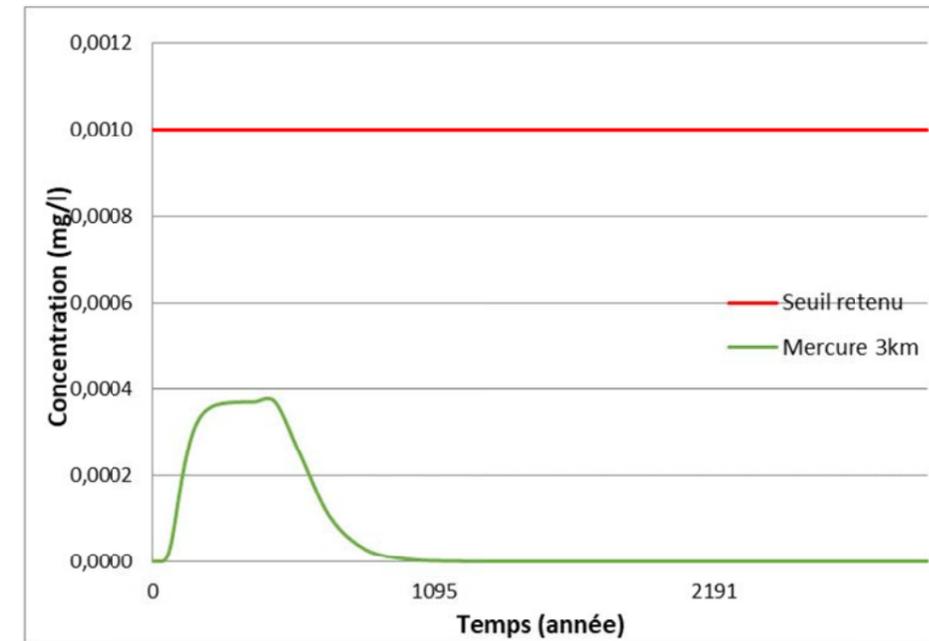


Figure 33 : Evolution de la concentration en Mercure dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Mercure. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Mercure pour la cible prise en compte.

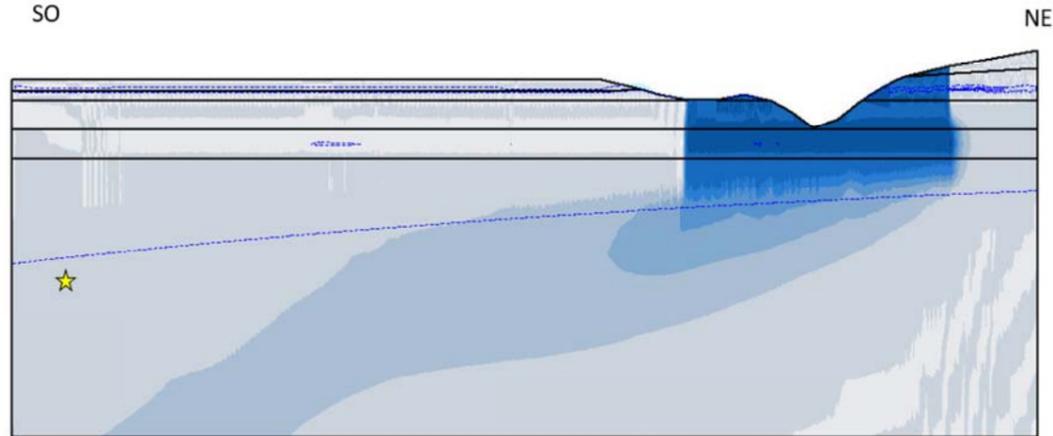


Figure 34 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.7. Molybdène (Mo)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,15 mg/l ($K_d=0,03$ ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,15	à 3 km	0,02	0,07

Tableau 19 : Evolution de la concentration en Molybdène dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Molybdène dans le temps au niveau du point de mesure.

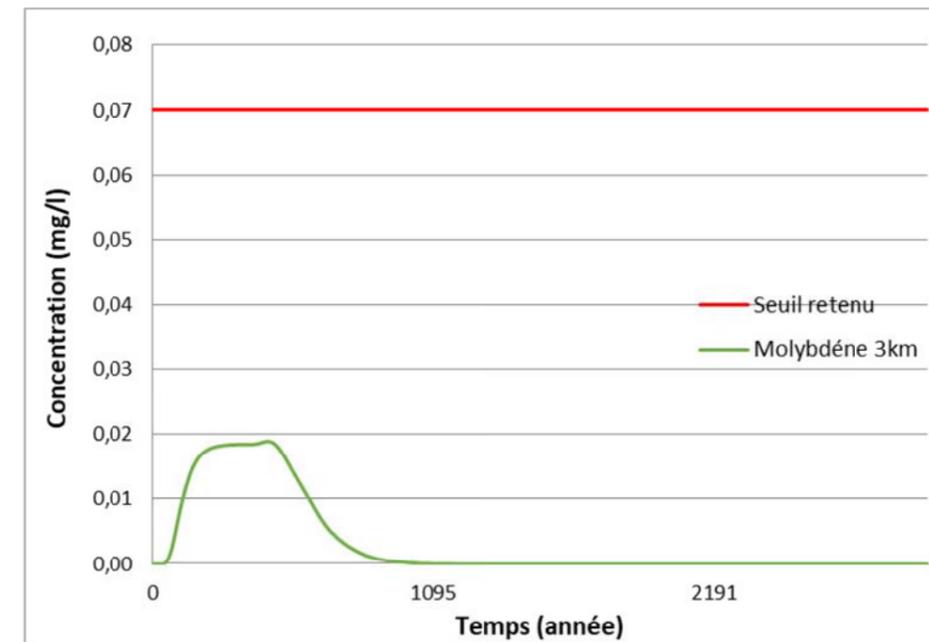


Figure 35 : Evolution de la concentration en Molybdène dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Molybdène. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Molybdène pour la cible prise en compte.

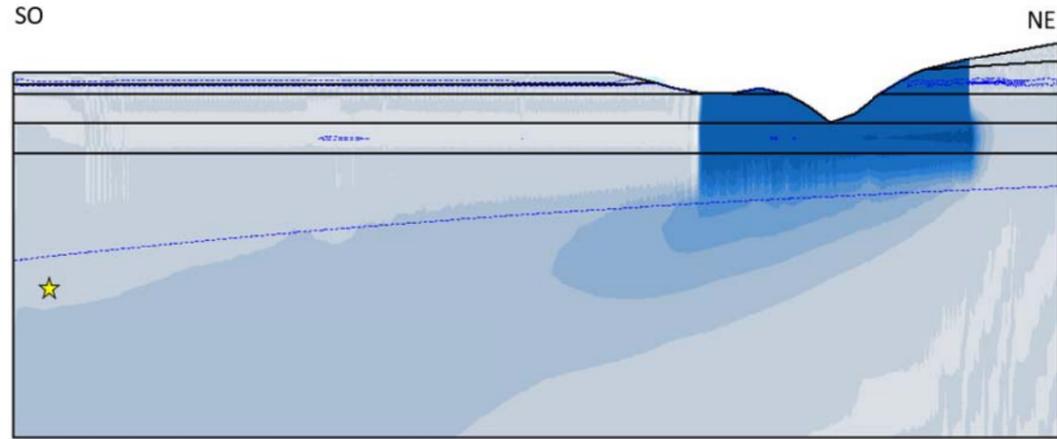


Figure 36 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.8. Nickel (Ni)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,12 mg/l ($K_d=36,1$ ml/g).

	Concentration à la source (mg/l)	Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,12	à 3 km	0,01	0,02

Tableau 20 : Evolution de la concentration en Nickel dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Nickel dans le temps au niveau du point de mesure.

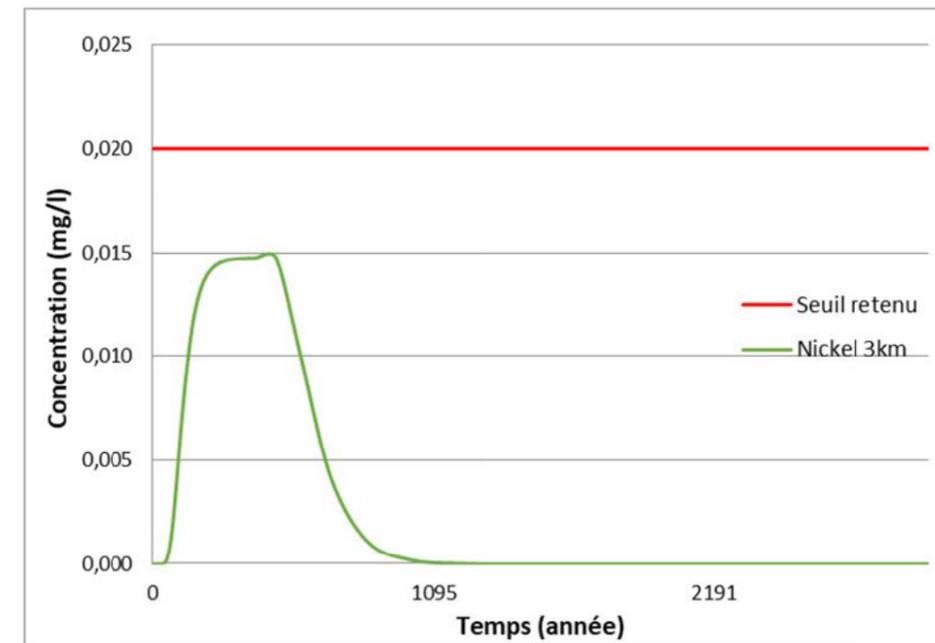


Figure 37 : Evolution de la concentration en Nickel dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Nickel. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Nickel pour la cible prise en compte.

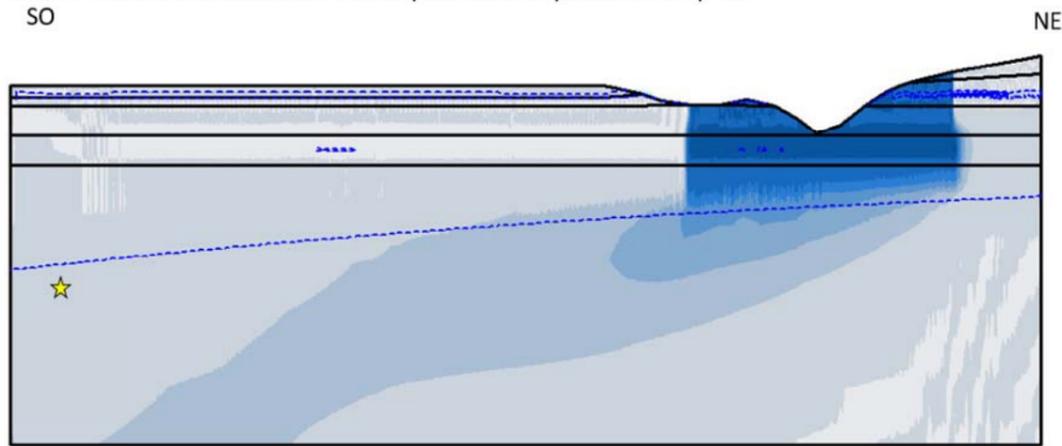


Figure 38 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.9. Plomb (Pb)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,15 mg/l ($K_d=7,0$ ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,15	à 3 km	0,07	0,01

Tableau 21 : Evolution de la concentration en Plomb dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Plomb dans le temps au niveau du point de mesure.

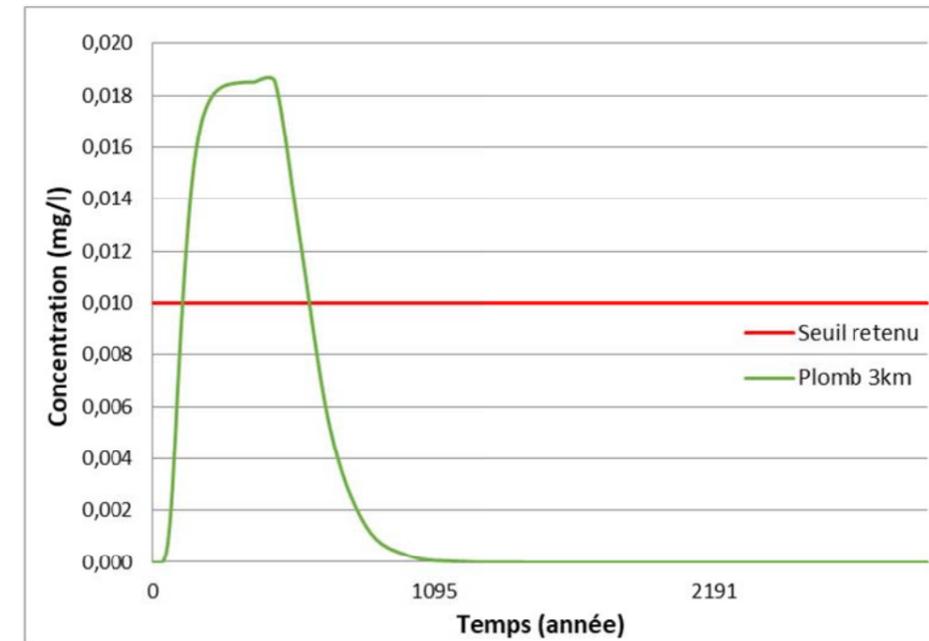


Figure 39 : Evolution de la concentration en Plomb dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Plomb. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Plomb pour la cible prise en compte.

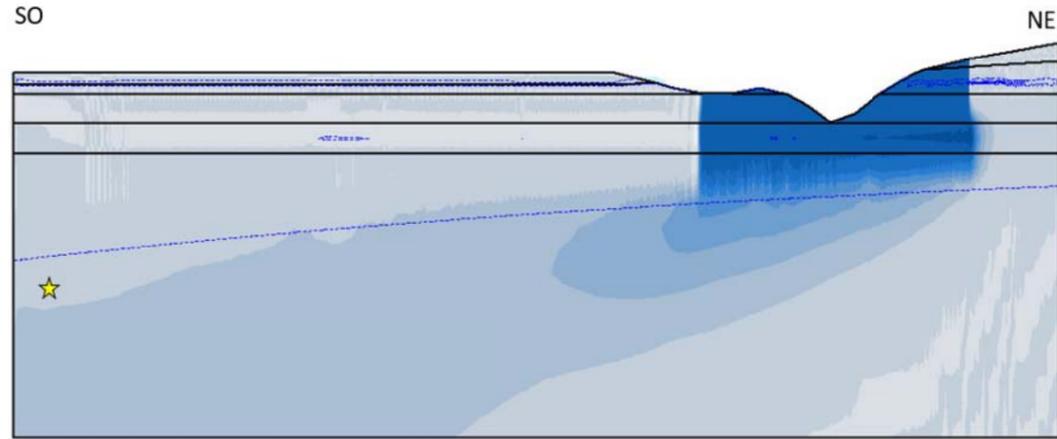


Figure 40 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.10. Antimoine (Sb)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,018 mg/l (Kd=5,0 ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,018	à 3 km	0,002	0,005

Tableau 22 : Evolution de la concentration en Antimoine dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Antimoine dans le temps au niveau du point de mesure.

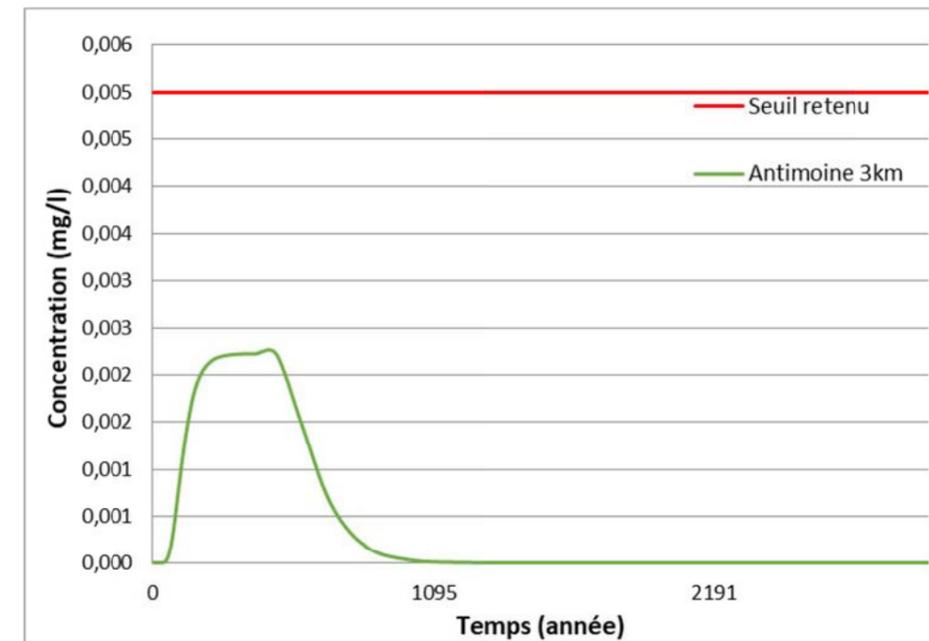


Figure 41 : Evolution de la concentration en Antimoine dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Antimoine. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Antimoine pour la cible prise en compte.

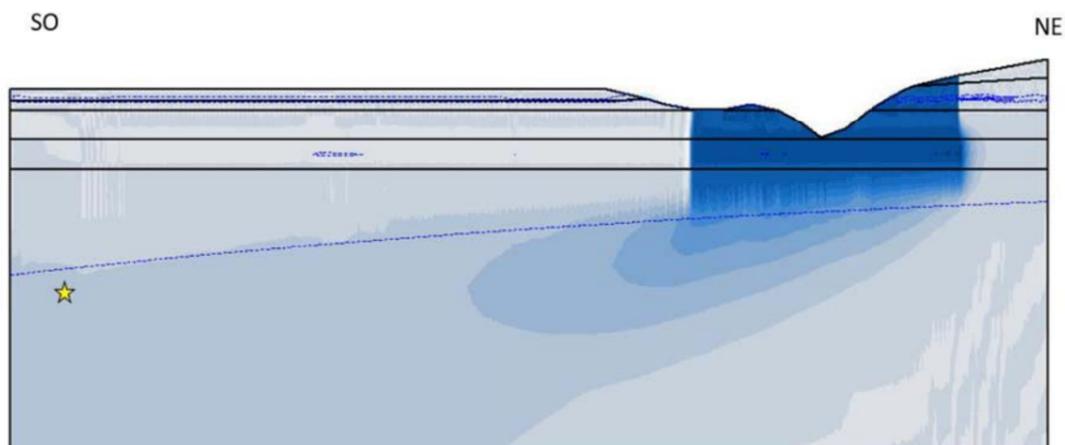


Figure 42 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.11. Sélénium (Se)

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,03 mg/l ($K_d=4,3$ ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,03	à 3 km	0,004	0,01

Tableau 23 : Evolution de la concentration en Sélénium dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Sélénium dans le temps au niveau du point de mesure.

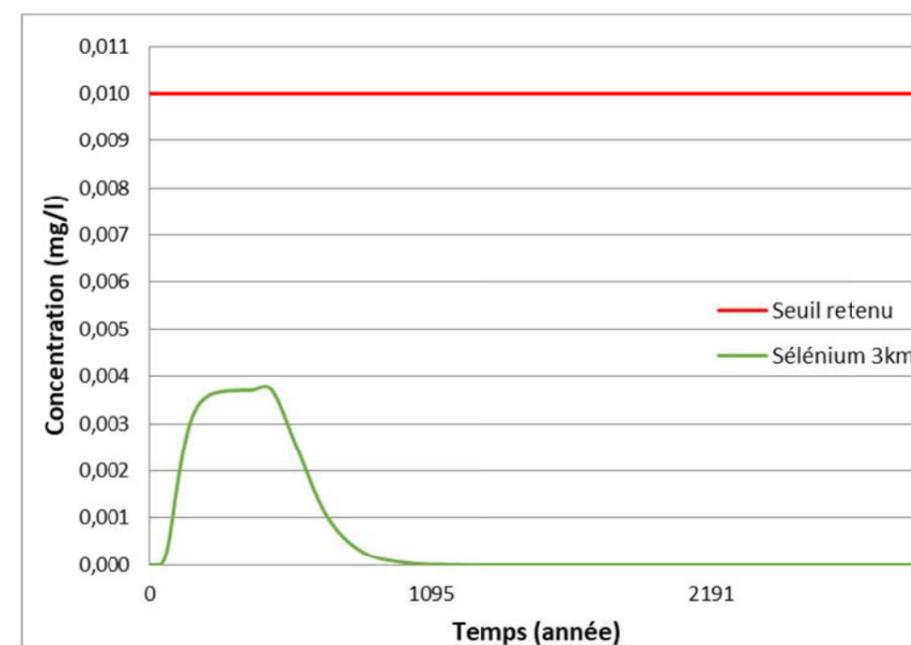


Figure 43 : Evolution de la concentration en Sélénium dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Sélénium. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Sélénium pour la cible prise en compte.

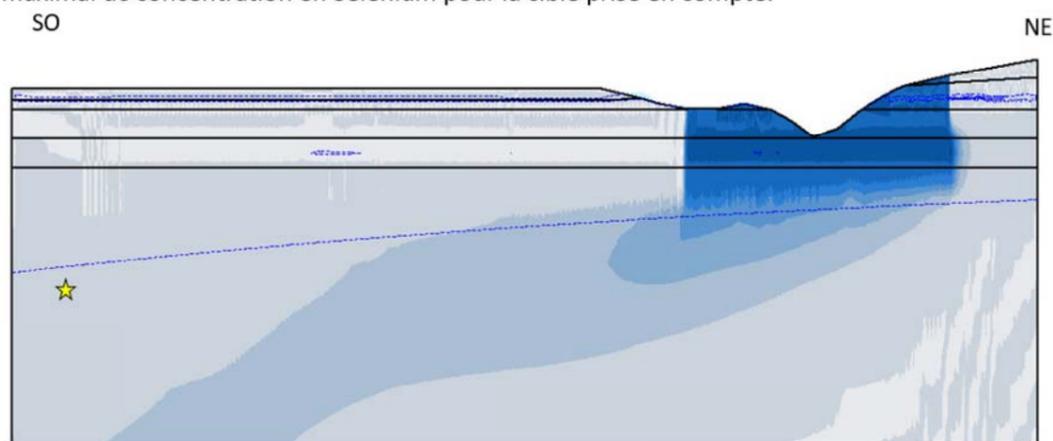


Figure 44 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.12. Zinc

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 1,2 mg/l ($K_d=2$ ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	1,2	à 3 km	0,1	3

Tableau 24 : Evolution de la concentration en Zinc dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Zinc dans le temps au niveau du point de mesure.

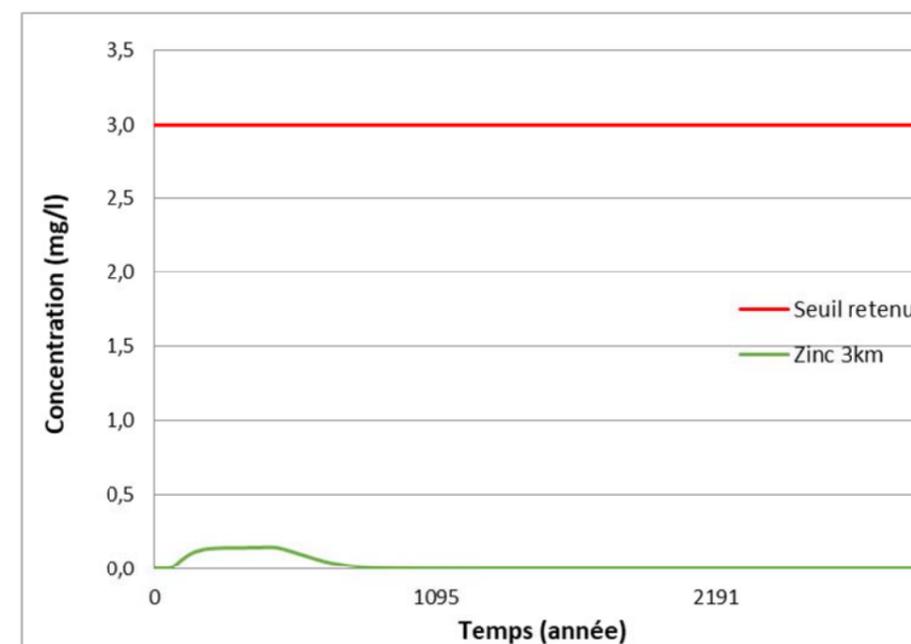


Figure 45 : Evolution de la concentration en Zinc dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Zinc. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Zinc pour la cible prise en compte.

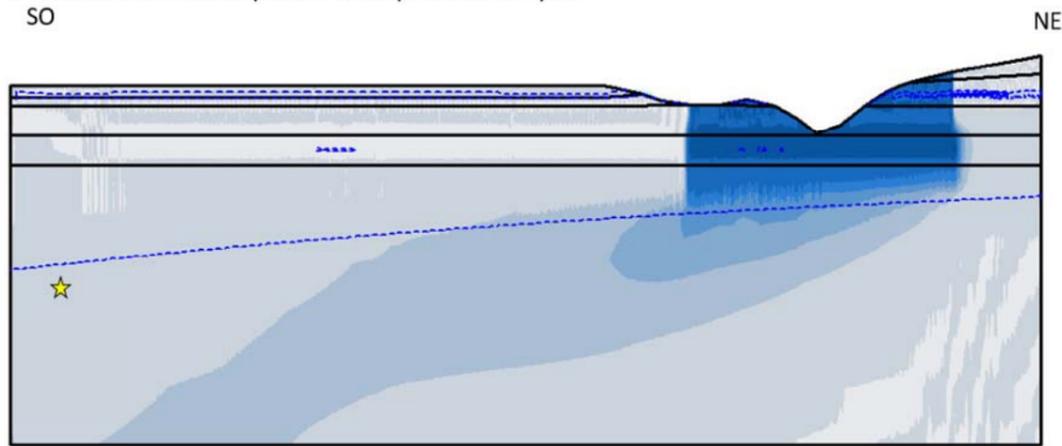


Figure 46 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.13. Chlorure

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 240 mg/l (Kd=0 ml/g).

Concentration à la source (mg/l)		Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	240	à 3 km	30	250

Tableau 25 : Evolution de la concentration en Chlorure dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Chlorure dans le temps au niveau du point de mesure.

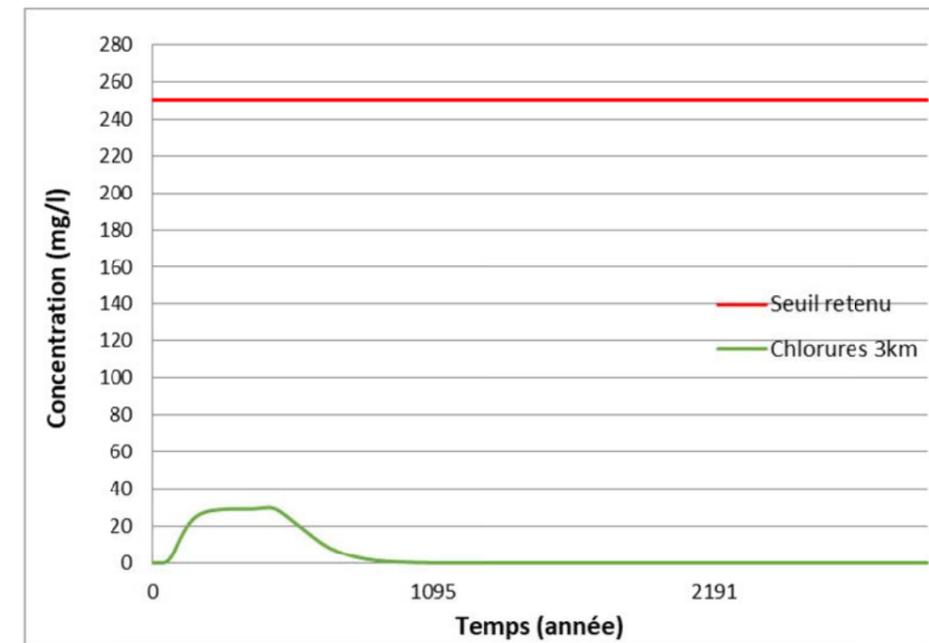


Figure 47 : Evolution de la concentration en Chlorure dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Chlorure. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Chlorure pour la cible prise en compte.

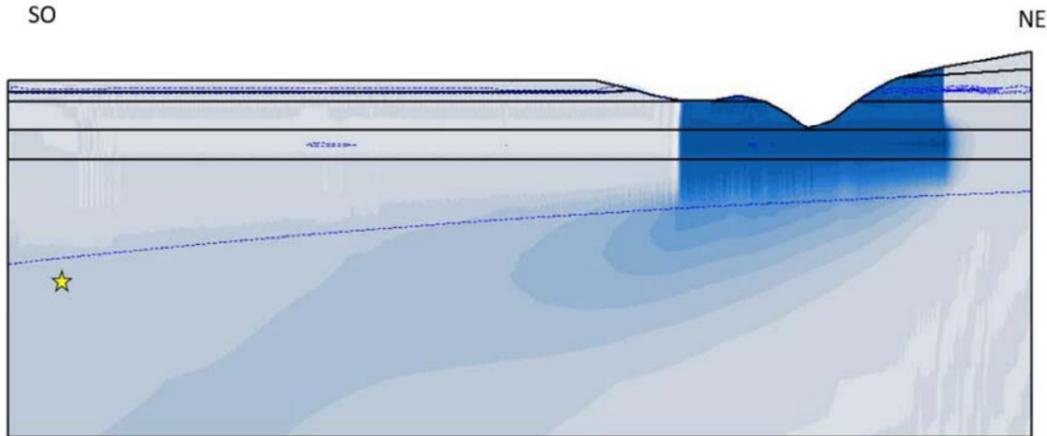


Figure 48 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.14. Fluorure

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 3,0 mg/l (Kd=0,3 ml/g).

	Concentration à la source (mg/l)	Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	3	à 3 km	0,4	1,5

Tableau 26 : Evolution de la concentration en Fluorure dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Fluorure dans le temps au niveau du point de mesure.

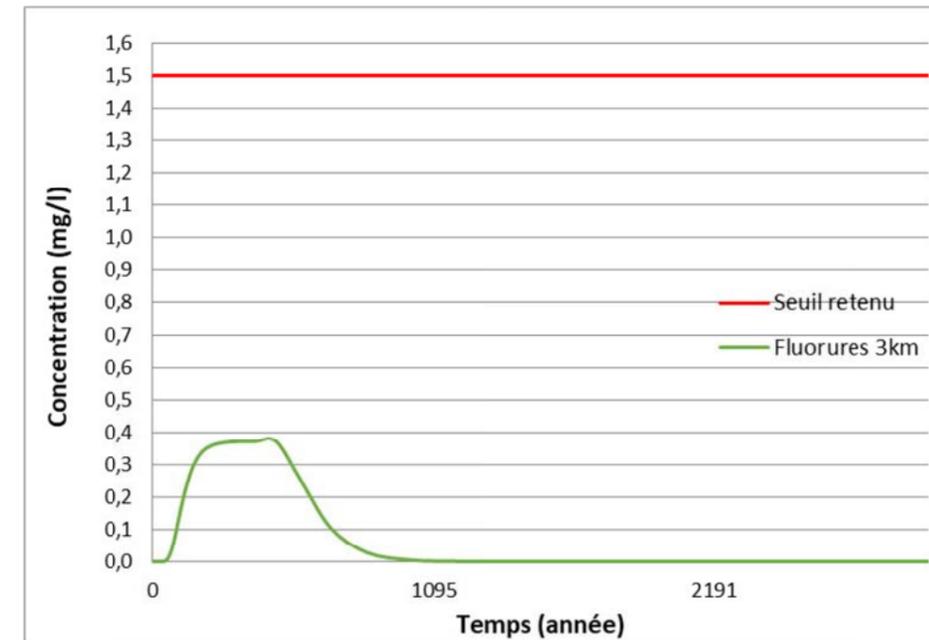


Figure 49 : Evolution de la concentration en Fluorure dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Fluorure. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Fluorure pour la cible prise en compte.

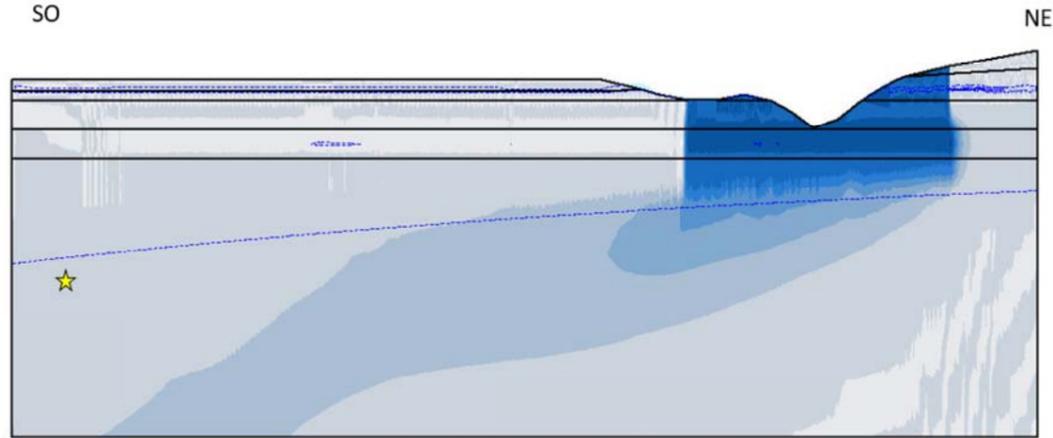


Figure 50 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.15. Sulfate

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 300 mg/l ($K_d=0,02$ ml/g).

	Concentration à la source (mg/l)	Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	300	à 3 km	37	250

Tableau 27 : Evolution de la concentration en Sulfate dans la nappe

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Sulfate dans le temps au niveau du point de mesure.

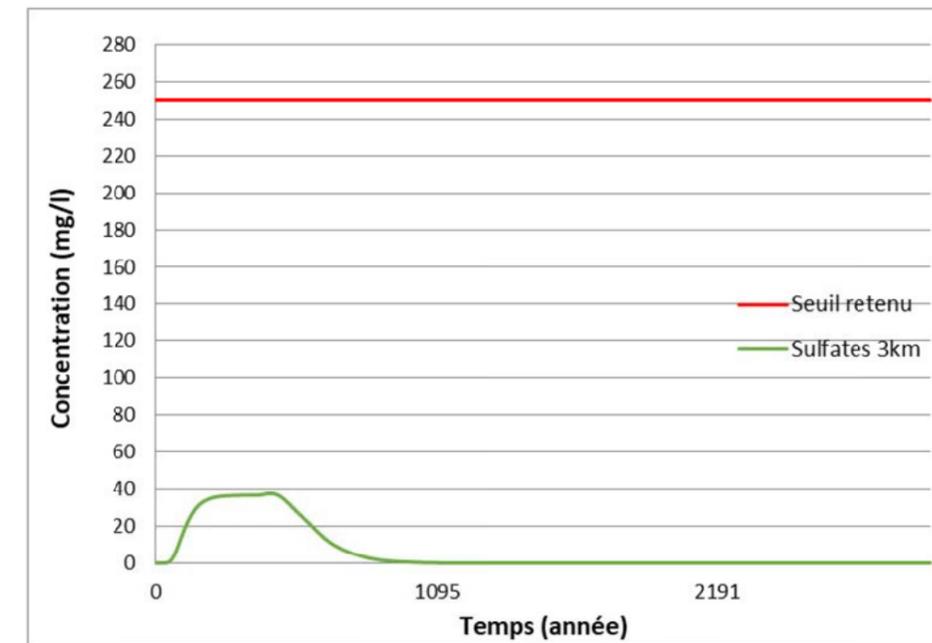


Figure 51 : Evolution de la concentration en Sulfate dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Sulfate. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Sulfate pour la cible prise en compte.

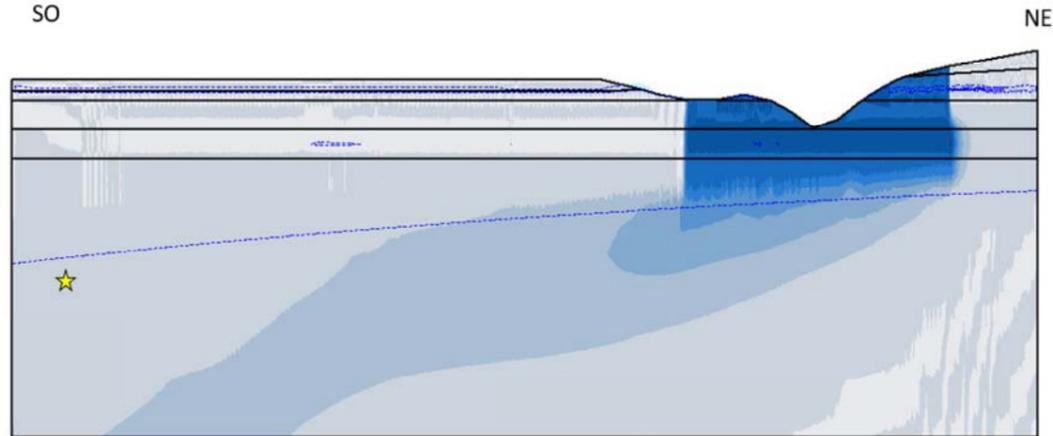


Figure 52 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.3.16. Indice phénol

Evolution temporelle

Le modèle a été réalisé en appliquant une concentration à la source égale à **3 fois** la valeur de l'Arrêté Ministériel, soit 0,3 mg/l ($K_d=8,3\text{ml/g}$).

	Concentration à la source (mg/l)	Localisation point de mesure	Concentration maximale à la cible (mg/l)	Seuil de potabilité (mg/l)	
3	fois la valeur seuil de l'AM	0,3	à 3 km	0,04	0,1

Tableau 28 : Valeur de la concentration maximale en Indice phénol mesurée dans la nappe au niveau du piézomètre fictif

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en Phénol dans le temps au niveau du point de mesure.

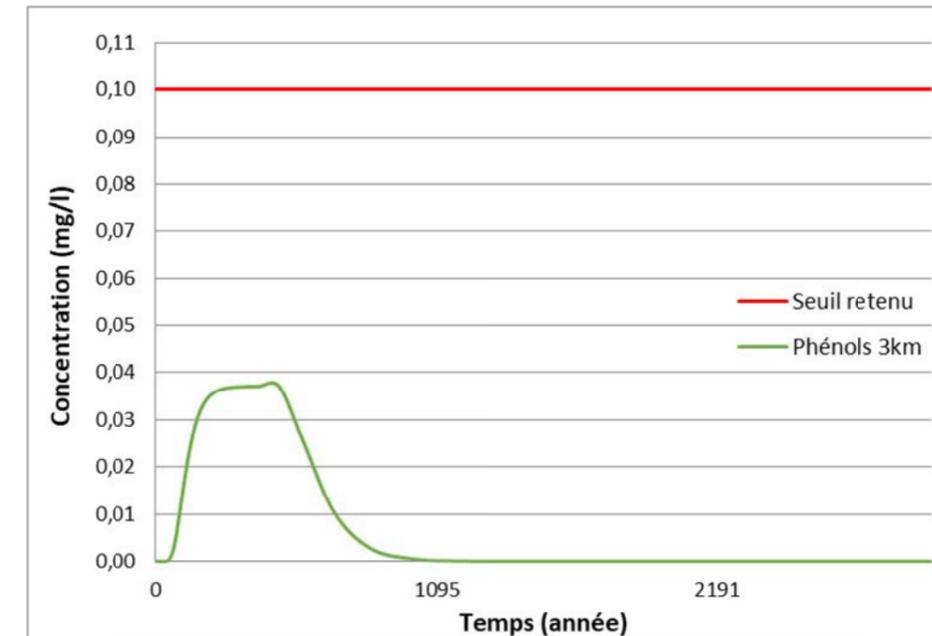


Figure 53 : Evolution de la concentration en Phénol dans la nappe

Evolution spatiale

Le logiciel SEEP/W permet d'appréhender l'évolution spatiale de la concentration en Phénol. La figure suivante présente les courbes d'isovaleur de concentration au pic maximal de concentration en Phénol pour la cible prise en compte.

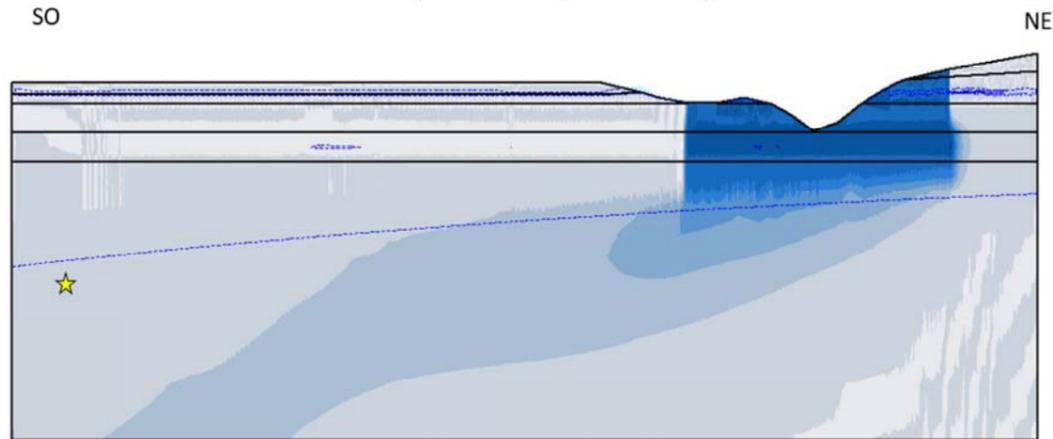


Figure 54 : Spatialisation de la concentration pic de concentration pour la cible prise en compte

6.4. Synthèses des résultats et interprétation

Les concentrations modélisées en aval hydraulique immédiat (C_{aval} modélisée) sont :

	Annexe II	Concentration appliquée		Facteur	Valeur seuil	Caval modélisée à 3km	Cnappe Cmax mesurée	Cnappe + Caval à 3km	Valeur seuil
		mg/kg	mg/kg						
Arsenic As	0,5	1,5	0,15	3	0,01	0,02	0,003	0,02	0,01
Baryum Ba	20	40	4	2	0,7	0,5	0,05	0,5	0,7
Cadmium Cd	0,04	0,12	0,012	3	0,003	0,001	0,0015	0,003	0,003
Chrome total Cr	0,5	1,5	0,15	3	0,05	0,02	0,005	0,03	0,05
Cuivre Cu	2	6	0,6	3	2	0,07	0,005	0,08	2
Mercure Hg	0,01	0,03	0,003	3	0,001	0,0004	0,0001	0,0005	0,001
Molybdène Mo	0,5	1,5	0,15	3	0,07	0,02	0,0017*	0,02*	0,07
Nickel Ni	0,4	1,2	0,12	3	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Plomb Pb	0,5	1,5	0,15	3	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01
Antimoine Sb	0,06	0,18	0,018	3	0,005	0,002	0,000062*	0,002*	0,005
Sélénium Se	0,1	0,3	0,03	3	0,01	0,004	0,00178*	0,005*	0,01
Zinc	4	12	1,2	3	3	0,1	0,05	0,2	3
Chlorure	800	2400	240	3	250	30	51,5	82	250
Fluorure	10	30	3	3	1,5	0,4	0,255	0,7	1,5
Sulfate	1000	3000	300	3	250	37	83	120	250
Indice phénol	1	3	0,3	3	0,1	0,04	0,01	0,1	0,1

Tableau 29 : Synthèse des résultats des modélisations réalisées.

Dans ce tableau les valeurs mesurées dans la nappe indiquées avec une étoile signifient que c'est une valeur brute la plus importante mesurée.

7. Evaluation de l'impact sanitaire vis-à-vis de l'air (envol des poussières)

7.1. Objectifs et référentiels

L'objectif de cette étude est d'évaluer quantitativement les impacts sanitaires potentiels sur la population locale induits par l'exploitation d'une ISDI située sur la commune de Puiseux-en-France (95), en prenant en compte les connaissances scientifiques et techniques du moment.

Cette évaluation des risques porte sur les populations exposées de façon chronique aux émissions dans les différents milieux (air, eau, sol...) (physiques comme le bruit, chimiques comme les émissions gazeuses et particulaires).

Elle est réalisée conformément aux textes réglementaires suivants :

- les articles L122-1 à L122.3 du livre I, titre II du Code de l'environnement,
- le livre V du Code de l'Environnement relatif aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement,
- la note d'information 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.

La méthodologie de l'ERS mise en œuvre par Antea Group respecte également les recommandations des guides suivants :

- Guide de l'InVS² de 2000 relatifs aux installations classées pour la protection de l'environnement.
- Guide INERIS sur la « Démarche intégrée pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires », première édition – août 2013.

Sont donc exclus du champ de l'étude les travailleurs du site, pour lesquels les risques potentiels sont présentés au niveau de la notice hygiène et sécurité du dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

² Institut de Veille Sanitaire

7.2. Méthodologie

Le présent chapitre développe les quatre étapes préconisées pour l'Evaluation des Risques Sanitaires de l'Etude d'Impact :

- L'identification des dangers,
- La présentation des relations dose-effet pour les substances à effet potentiel,
- L'évaluation de l'exposition,
- La caractérisation du risque sanitaire,

Ces quatre étapes sont suivies d'une discussion des incertitudes.

Le modèle d'évaluation des risques pour la santé repose sur le concept «sources-vecteurs-cibles» illustré par le schéma ci-dessous.

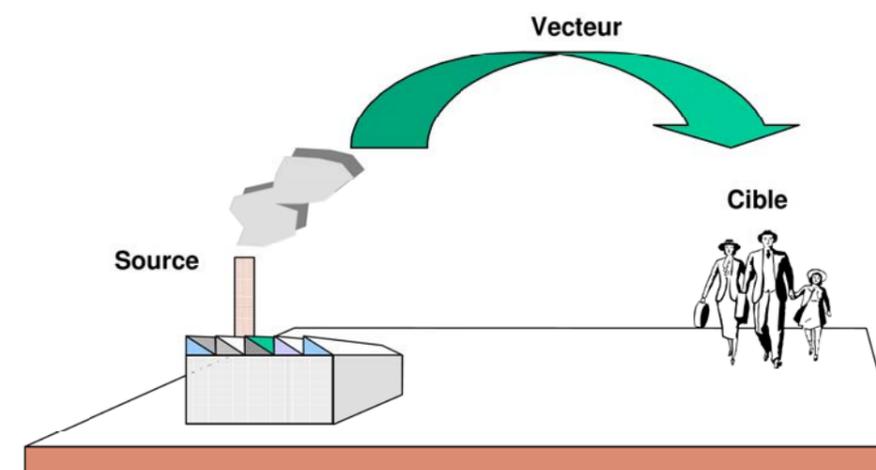


Figure 55 : Illustration du concept « Source – Vecteur – Cibles »

Seules les émissions atmosphériques ont été considérées dans cette étude car les risques liés aux ruissellement et infiltrations ont été traités précédemment. Une modélisation hydro-dispersive à l'aide du logiciel SEEP/W et CTRAN/W édités par GEOSLOPE International (version 7.03) a été utilisée pour évaluer l'impact potentiel sur les eaux souterraines (objet du chapitre précédent).

Le schéma suivant est un synoptique détaillé de la méthodologie générale mise en œuvre dans les évaluations de risque sanitaire.

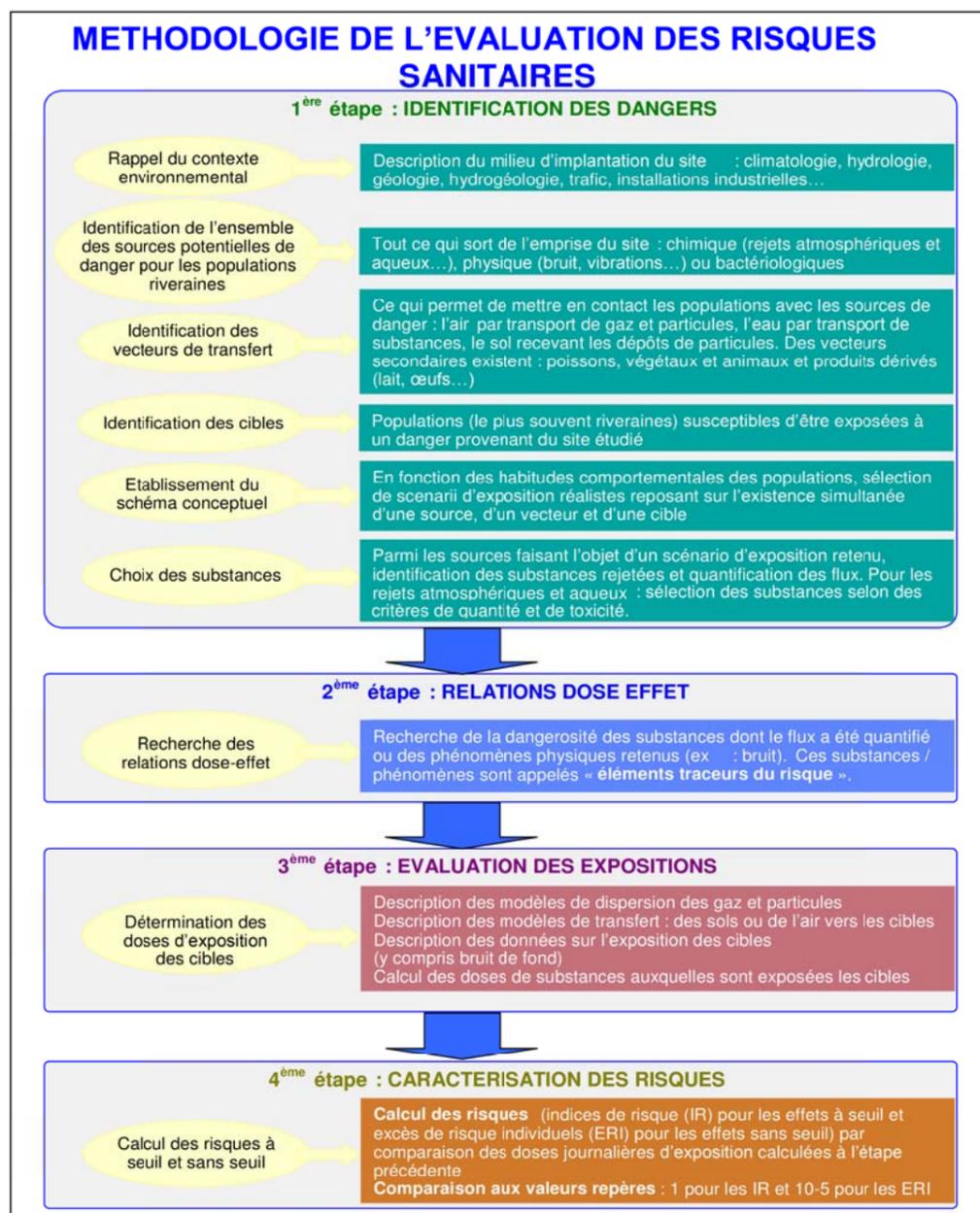


Figure 56 : Synoptique de la démarche mise en œuvre

7.3. Identification des dangers

7.3.1. Présentation des installations et des activités

La superficie de remblaiement est d'environ 59 ha et le volume estimé de l'exploitation s'élève à environ 2 200 000 m³.
La durée des travaux de remblaiement est évaluée à 8 ans.

Périmètres	ISDI Actuelle	Puiseux Sud	Puiseux Est
Surface	28 ha	19 ha	40 ha
Durée	6 ans	1,5 ans	6,5 ans
Début	2016	2022	2024
Fin	2021	2024	2031

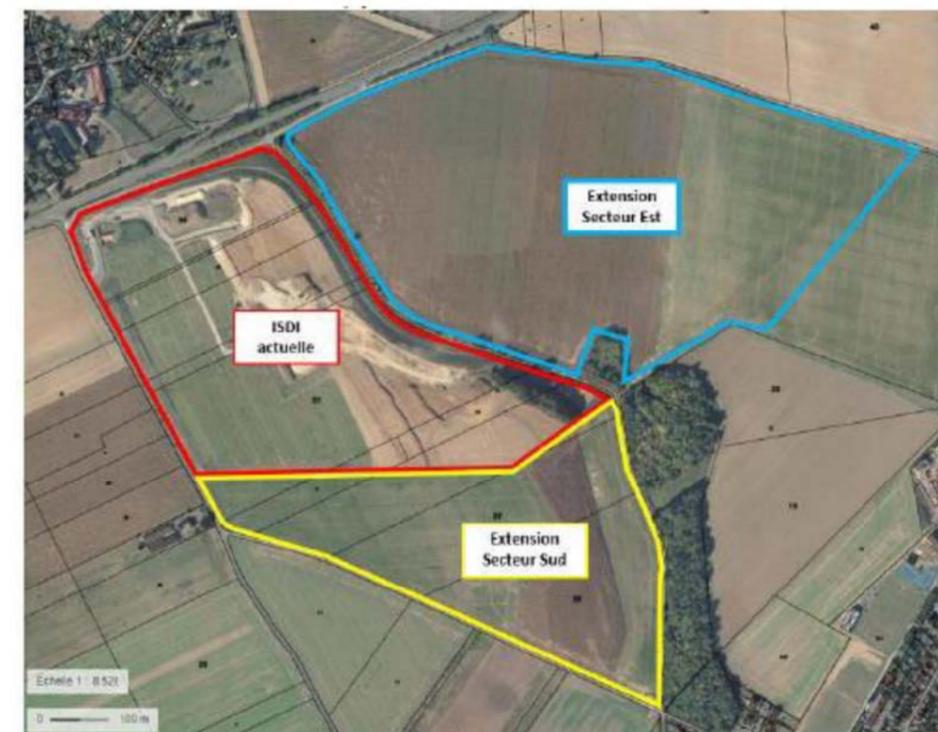


Figure 57 : Localisation de la zone d'aménagement prévue (source : Géoportail)

7.3.2. Inventaire des sources de dangers chroniques

7.3.2.1. Les émissions atmosphériques

7.3.2.1.1. Les émissions de poussières

Les sources principales d'émission de poussières sont :

- Le décapage, chargement et déchargement des camions, le poussage et régilage,

- La circulation des camions sur les pistes internes,
- Les effets du vent sur les zones de travail et de stockage.

❖ **Déchargement des camions et opérations de poussage et régilage**

Le principe d'exploitation mis en place se compose des phases suivantes :

- Décapage,
- Déchargement de matériaux décapés,
- Chargement de la terre végétale,
- Déchargement de la terre végétale,
- Remblaiement : déchargement et pelletage des remblais.

Parmi les opérations citées, seules les activités de remblaiement seront à l'origine de poussières potentiellement chargées en métaux, s'agissant de matériaux répondant aux seuils d'acceptation ISDI+ (selon les dispositions de l'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12 décembre 2014, ouvrant la possibilité de multiplier par 3 les valeurs limites mentionnées en annexe II dudit AM).

Comme précisé précédemment, la superficie d'extension Sud et Est de l'ISDI s'élève à environ 2 200 000 m³. La durée des travaux d'aménagement est évaluée à 8 ans.

Au regard de ces données, les volumes suivants ont été considérés en prenant pour cette étude une densité de 1,6.

Phases	Volumes m ³			Tonnage total (densité = 1,6)
	TOTAL	Déchargement	Poussage/Régilage	
Remblaiement pendant 8 ans	4 400 000	2 200 000	2 200 000	7 040 000
Partie Sud	900 000	450 000	450 000	1 440 000
Partie Est	3 500 000	1 750 000	1 750 000	5 600 000

Tableau 30 : Volumes de matériaux manipulés

Le calcul des émissions liées au chargement/déchargement des matériaux est réalisé à l'aide de la formule établie dans le document AP 42 de l'US-EPA (§ 13.2.4 « Aggregate Handling And Storage Piles »).

La formule est la suivante :

$$E = k \cdot 0,0016 \cdot \left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{M}{2}\right)^{-1,4}$$

Avec :

- E : quantité de poussières émises en kg par tonne de matériaux manipulés, chargés ou déchargés,
- U : vitesse moyenne du vent (m/s),
- M : humidité relative du matériau (%),
- k : facteur multiplicatif fonction du diamètre aérodynamique des particules :

Facteur multiplicatif k caractérisant la granulométrie des poussières				
< 30 µm	< 15 µm	< 10 µm	< 5 µm	< 2,5 µm
0,74	0,48	0,35	0,20	0,053

Tableau 31 : Facteur k caractérisant la granulométrie des poussières

Les données utilisées sont les suivantes :

Paramètre	Valeur	Source
k	0,053	Valeur par défaut pour les particules de diamètre aérodynamique < 2,5 µm proposée dans le chapitre 13.2.4.3 du document AP-42 de l'US EPA
	0,35	Valeur par défaut pour les particules de diamètre aérodynamique < 10 µm proposée dans le chapitre 13.2.4.3 du document AP-42 de l'US EPA
U	4.16 m/s	Vitesse moyenne du vent (période 2013 - 2016)
M	5 %	Humidité moyenne relative des matériaux et agrégats, hypothèse majorante

Tableau 32 : Hypothèses retenues pour le calcul des émissions liées au chargement et pelletage des matériaux

L'application de cette formule aux tonnages de matériaux manipulés conduit aux flux suivants.

	TOTAL	Partie Sud	Partie Est
Masse manipulée en tonnes (avec d=1,6)	7 040 000	1 440 000	5 600 000
Flux de PM10 en tonnes	2,50	0,51	1,99
Flux de PM2.5 en tonnes	0,38	0,08	0,30

Tableau 33 : Flux massiques de poussières liés au chargement et pelletage des matériaux

Les travaux de remblaiement vont s'étaler sur une période de 8 ans. **Les flux massiques annuels moyens considérés pour la modélisation de la dispersion sont les suivants :**

- **PM10 = 0.31 Tonnes/an**
- **PM2.5 = 0.047 Tonnes/an.**

❖ **Circulation des engins de chantier et des camions sur les pistes internes**

Les axes de circulation sur le site sont tous des pistes de terre à nue. Le passage d'un véhicule lève un nuage de poussières, dont la quantité dépend surtout de la granulométrie du matériau de la route, de la vitesse et du poids des véhicules.

Le trafic moyen sur le site est estimé entre 70 et 80 camions/jour pour les aménagements des secteurs Sud et Est. Une hypothèse maximaliste de 150 camions/jour est considéré dans une approche majorante.

Ces camions circuleront sur 2 pistes :

- Piste de la partie Sud : distance de 1000 m environ ;
- Piste de la partie Est : distance de 700 m environ.



Figure 58 : localisation des pistes

Le tableau suivant dresse le bilan des distances parcourues sur piste et le poids moyen des camions :

Type de transport	Rotations /an	Distance parcourue sur piste / rotation (m)	Poids moyen (chargement + véhicule) (en tonnes)
Camions- Piste Sud	150/jour soit 39 000/an	1000	35
Camions- Piste Est	150/jour soit 39 000/an	700	35

Tableau 34 : Caractéristiques des circulations sur le site

Les axes de circulation sont des pistes en partie enrobées et en parties stabilisées seulement. Dans une démarche pénalisante, la distance parcourue est considérée dans sa globalité comme une piste non stabilisée.

Le passage d'un véhicule lève un nuage de poussières, dont la quantité dépend surtout de la granulométrie du matériau de la route, de la vitesse et du poids des véhicules. Ces envois sont évalués en considérant la méthodologie établie par le document AP 42 de l'US-EPA (§ 13.2.2 « Unpaved Roads »).

La quantité de PM10 émises par le roulement d'un véhicule sur une piste s'estime par la

formule suivante :

$$E = (k \times (s/12)^{0,87}) \times (W/3)^{0,45}$$

Avec :

E : quantité de poussières émises par le roulement des engins de chantiers sur les pistes (lb/mile) ;

k : facteur multiplicatif caractérisant la granulométrie des poussières. Pour les PM 10, k est égal à 1,5 et pour les PM 2,5, k est égal à 0,15 ;

S : teneur en limon du sol des pistes (%) ;

W : poids moyen des engins (tonnes).

A noter : facteurs de conversion données par l'US-EPA : 0,45 kg/lb et 0,62 mile/km.

Afin de limiter les envois de poussières générés par les déplacements des camions sur les pistes, le site arrose les pistes périodiquement. Cette disposition limite les envois de poussières et contribue à réduire la quantité des poussières diffuses émises par le site.

En effet, l'arrosage périodique du site permettra ainsi de réduire les émissions de poussières diffuses de 35 %. Ce facteur de réduction de 35 % est issu du tableau 12, § 3.1.8 open area wind erosion du document NPi australien (emissions estimation technique manual for fugitive emission) associé à l'arrosage et pulvérisation d'eau périodique.

Les données utilisées sont les suivantes :

Paramètre	Valeur	Source
k	1.5	Pour les PM10
	0.15	Pour les PM2.5
S	10 %	Valeur moyenne proposée par l'AP42 de l'US EPA (paragraphe 13.2.2. Unpaved roads)
W	35 t	Poids moyen des camions (chargement + véhicule)
Distance parcourue	39 000 km	Piste Sud Longueur de piste : 1000 m Trafic : 150 camions/jour au maximum, soit 39 000 camions/an
	27 300 km	Piste Est Longueur de piste : 700 m Trafic : 150 camions/jour au maximum, soit 39 000 camions/an
Arrosage	35 %	Abattement par arrosage de 35%

Tableau 35 : Hypothèses retenues pour le calcul des flux de poussières liés à la circulation des engins sur pistes

Les flux calculés sur la base de ces hypothèses sont les suivants :

	TOTAL	Partie Sud	Partie Est
Flux de PM10 en tonnes	27,35	10,31	14,73
Flux de PM2.5 en tonnes	2,73	1,03	1,47

❖ Les effets du vent sur les zones de travail et les stockages

Les stockages des matériaux et agrégats soumis à l'érosion du vent peuvent être à l'origine d'envols de poussières.

L'estimation des envols de poussières totales (TSP, < 30 µm), issus des zones de stockages du site exposées à l'érosion du vent est déterminée à partir de facteurs d'émission présentés dans le document AP 42³ de l'USEPA (tableau 11.9.4 « Western Surface Coal Mines ») :

$$E_{TSP} = 850 \text{ kg/ha/an}$$

Pour l'estimation des PM10 et PM 2,5, les ratios suivants sont considérés :

- PM 10/ TSP = 0,52 pris en compte, conformément aux valeurs proposées par le document AP-42 de l'USEPA (§ 11.9.4 « Western Surface Coal Mines ») ;
- PM 2,5/ PM 10 = 0,15 pris en compte, conformément aux valeurs proposées par le document AP-42 de l'USEPA (§ 13.2.5 : « Industrial Wind Erosion »).

Les données utilisées sont les suivantes :

	Surface en ha
Surface totale soumise à l'érosion	59
Partie Est	40
Partie Sud	19

Tableau 36 : Surface soumise à l'érosion

Les flux calculés sur la base de ces hypothèses sont les suivants :

	TOTAL	Partie Sud	Partie Est
Surface de stockage en ha	59	19	40
ETPS en kg/an	50 150	16 150	34 000
Flux de PM10 en T	26,08	8,40	17,68
Flux de PM2.5 en T	7,52	2,42	5,10

Tableau 37 : Flux massiques de poussières liés à l'érosion

Les travaux de remblaiement vont s'étaler sur une période de 8 ans. Les flux massiques annuels moyens considérés pour la modélisation de la dispersion sont les suivants :

- **PM10 = 3.26 Tonnes/an**
- **PM2.5 = 0.94 Tonnes/an.**

³ AP 42, Fifth Edition. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources : Background document for revisions to fine fraction ratios used for AP-42 fugitive dust emission factor.

❖ Synthèse des émissions de poussières

Le tableau suivant synthétise les flux massiques calculés pour chacune de ces sources. Les substances tracées sont les PM10 et PM2,5 :

Source de poussières	Flux de poussières du projet en T/an	
	PM 10	PM 2,5
Déchargement des camions, poussage, régala	0,31	0,05
Circulation des camions sur les pistes internes	27,35	2,73
Effets du vent sur les zones de travail	3,26	0,94
Total	30,92	3,72

Tableau 38 : Bilan des émissions de PM10 et PM2,5 relatives aux principales sources d'émission de poussières

La société COSSON souhaite étudier la possibilité d'adapter les seuils d'acceptation selon les dispositions de l'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12 décembre 2014, ouvrant la possibilité de multiplier par 3 les valeurs limites mentionnées en annexe II dudit AM.

Parmi ces paramètres, seuls les métaux possèdent, pour certains, des propriétés toxiques et des valeurs de référence toxicologique pour l'exposition par inhalation.

Les paramètres chlorure, fluorure, sulfate, COT et FS ne disposant pas de telles valeurs, l'évaluation quantitative ne peut pas être réalisée ; ces paramètres sont donc écartés et ne figurent pas dans le tableau ci-dessous.

Ainsi, nous avons considéré que les flux de PM10 et PM2.5 contenaient potentiellement les concentrations correspondant aux valeurs limite multipliées par trois. Celles-ci, ainsi que les flux associés sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Valeur limite à respecter (en mg/kg de matière sèche)	Flux en T/an	
		PM10	PM2.5
As	0,5	1,55E-05	1,86E-06
Ba	40	1,24E-03	1,49E-04
Cd	0,12	3,71E-06	4,47E-07
Cr total	1,5	4,64E-05	5,58E-06
Cu	6	1,86E-04	2,23E-05
Hg	0,03	9,28E-07	1,12E-07
Mo	1,5	4,64E-05	5,58E-06
Ni	1,2	3,71E-05	4,47E-06
Pb	0,5	1,55E-05	1,86E-06
Sb	0,18	5,57E-06	6,70E-07
Se	0,3	9,28E-06	1,12E-06
Zn	12	3,71E-04	4,47E-05

Tableau 39 : Flux de métaux liés aux PM10 et PM2.5

7.3.2.1.2. Les gaz d'échappement

Les moteurs diesel des engins du site ainsi que les camions transportant les matériaux constituent une source diffuse de plusieurs polluants gazeux et particulaires via les gaz d'échappement.

Compte tenu des mesures de réduction de vitesse sur le site par les engins de transport de matériaux et de la continuité de fonctionnement de l'ISDI dans ce projet d'extension, cette source d'émission n'est pas considérée comme pertinente dans le cadre du présent dossier dont l'objectif est d'évaluer l'impact des opérations de remblaiement avec des matériaux répondant aux seuils d'acceptation adaptés.

7.3.2.2. Les rejets aqueux

Pour rappel, une modélisation hydro-dispersive à l'aide du logiciel SEEP/W et CTRAN/W édités par GEOSLOPE International (version 7.03) a été utilisée pour évaluer l'impact potentiel sur les eaux souterraines. Les résultats de cette approche sont présentés au chapitre précédent.

7.3.3. Les vecteurs de transfert

Les vecteurs de transfert sont les milieux permettant de mettre en contact les sources potentielles de danger identifiées au paragraphe précédent avec les populations riveraines, appelées « cibles » par la suite.

Ces vecteurs peuvent être l'air, l'eau ou le sol.

7.3.3.1. L'air

L'air peut être considéré comme la principale voie de transfert des gaz et particules depuis la source de rejet vers les populations avoisinantes.

L'air constitue le principal vecteur de transfert des poussières émises par les activités du site vers les populations avoisinantes.

7.3.3.2. L'eau de surface

Les eaux de surface peuvent être considérées comme vecteur de transfert en cas de rejet direct de polluants au milieu naturel. Cela étant, au regard des activités considérées et de la nature des émissions associées (émission atmosphériques), un risque lié à une infiltration dans les sols n'apparaît pas pertinent.

Cette voie de transfert ne sera pas retenue dans la présente étude.

7.3.3.3. Le sol hors site

Le sol est un milieu pouvant recevoir le dépôt des particules issues de l'exploitation du site, puis devenir vecteur d'exposition des personnes avoisinantes :

- par ingestion accidentelle de sol de surface (les enfants de moins de 6 ans sont les cibles les plus exposées et pour lesquels le porté main-bouche est pertinent) ;

- en tant que milieu de croissance de végétaux auto-produits et consommés (potagers privés potentiels).

Bien que le site soit situé en milieu rural avec une présence potentielle de jardins et de potagers chez les riverains, ce scénario n'a été jugé pertinent pour les raisons suivantes :

- Les émissions liées aux activités du site seront limitées à la durée de l'exploitation, ce qui limite l'accumulation dans le temps des dépôts au sol, facteur important pour la prise en compte de ces scénarios ;
- Les émissions de métaux (substances d'intérêt pour ces voies d'exposition car elles possèdent des valeurs toxicologiques de référence pour l'ingestion) sont très faibles comme le montre le tableau précédent : de quelques grammes à environ 1kg par an ;
- La concentration de polluant dans une couche de sol à l'instant t dépend de la concentration de polluant à l'instant initial et des quantités de polluant apportées à cette couche et perdue par cette couche entre l'instant initial et l'instant t. Au regard des quantités émises par les activités du site, nous pouvons supposer que les apports seront très faibles et qu'ils seront également atténués par les mécanismes de perte qui peuvent concourir à la réduction de la concentration de polluant dans le sol tels que :
 - La lixiviation,
 - La volatilisation,
 - La dégradation (biologique et abiotique),
 - L'érosion par l'eau et le vent,
 - Le ruissellement,
 - voire le prélèvement racinaire des végétaux.

Cette voie de transfert sera retenue dans la présente étude.

A noter que le réaménagement coordonné des surfaces agricoles et de la coulée verte, selon le phasage d'exploitation défini après leur re-profilage topographique remettra en place en partie supérieure de réaménagement des horizons agricoles (limons, terre végétale) et substrats végétalisés qui formeront une couche de sol d'usage empêchant après l'exploitation les émissions de matériaux de remblais à seuils adaptés.

7.3.4. Les cibles

7.3.4.1. La population générale

La commune de Puiseux-en-France s'étend sur 51 km² pour 3 394 habitants en 2008 (source INSEE), soit une densité de population de 664,2 habitants au km².

Le riverain le plus proche du projet est la ferme située à l'intersection du CV1 et du chemin agricole. Puis, les habitations de Puiseux-le Village situées le long du flan nord de la D9

sont les plus proches des limites du site.

7.3.4.2. La population sensible

Aucun hôpital, hospice, maison de retraite ou clinique n'est présent sur la commune de Puiseux-en-France.

On dénombre 3 écoles maternelle/primaire sur la commune à plus de 500 m du projet.

Un parcours de santé est présent dans le bois de Puiseux en limite sud-est du projet.

7.3.4.3. Les cibles intégrées à la modélisation

Au regard de la rose des vents, certains points spécifiques ont été intégrés à la modélisation afin de cibler les zones d'habitat potentiellement impactées.

Ainsi les points présentés sur la figure ci-après ont été pris en compte dans la suite de l'étude.

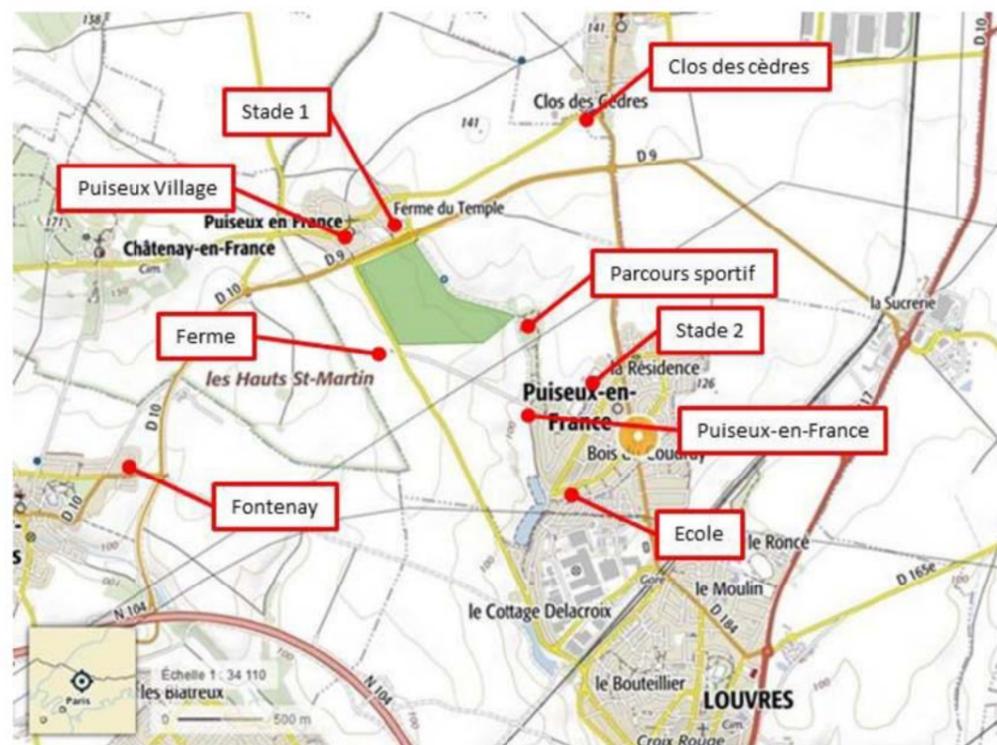


Figure 59 : Localisation des cibles intégrées à l'étude

7.3.5. Les scénarii d'exposition

Les scénarii d'exposition envisageables découlent de l'approche en termes de « sources », de « vecteurs » et de « cibles » présentée ci avant. Le tableau suivant présente un récapitulatif des scénarios retenus ainsi que leur justification.

Sources	Vecteurs	Scénarii d'exposition	Choix
Emissions diffuses de poussières et métaux	Air	Inhalation de particules	Retenu Non retenue Scénario considéré comme non pertinent au regard des éléments suivants : - Emissions atmosphériques limitées à 4 années - Emissions de métaux en très faibles quantités - Cumuls dans les sols très faibles voire négligeables si l'on considère les phénomènes d'atténuation naturels. - Réaménagement coordonné des surfaces agricoles et de la coulée verte par des horizons agricoles (limons, terre végétale) et substrats végétalisés.
	Sol (dépôts)	Ingestion de sol Ingestion de végétaux cultivés	
Gaz d'échappements	Air	Inhalation de gaz et particules	Non retenue Cette source d'émission n'est pas considérée comme pertinente dans le cadre du présent dossier dont l'objectif est d'évaluer l'impact des opérations de remblaiement avec des matériaux répondant aux seuils d'acceptation adaptés.

Tableau 40 : Scénarii potentiels d'exposition

7.4. Relations doses-effets

7.4.1. Relations doses-effets

7.4.1.1. Les poussières

7.4.1.1.1. Valeurs de références

Pour les poussières, il n'existe pas de réelles VTR mais des objectifs de qualité de l'air existent. Conformément à la note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014, les calculs de risque ne peuvent être réalisés avec des objectifs de qualité de l'air. En conséquence, seule une comparaison des concentrations modélisées aux objectifs de qualité de l'air est effectuée.

Le tableau suivant présente les objectifs de qualité de l'air relatifs aux PM 2,5, et aux PM 10 retenus pour l'étude :

Substances	Objectifs de qualité de l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Organe cible	Source
PM 2,5	10	Système respiratoire	Code de l'Environnement + OMS 2005
PM 10	20		OMS 2005
	30		Code de l'Environnement

Tableau 41 : Objectifs de qualité de l'air retenus pour les poussières (PM 2,5 et 10)

A noter, de manière conservatrice, les objectifs de qualité de l'air retenus pour les PM 10, sont les valeurs de l'OMS⁴. En effet, l'OMS préconise dans le cadre d'une exposition annuelle les valeurs les plus restrictives avec pour les PM 10 : 20 µg/m³.

Cette valeur est plus contraignante que l'objectif de qualité de l'air égal à 30 µg/m³ pour les PM10, fixé dans l'article R 221.1 du code de l'environnement.

7.4.1.1.2. Effet sur la santé

Les poussières (ou particules en général) sont classiquement présentes dans l'environnement, les sources d'exposition étant multiples. Les poussières atmosphériques ne représentent pas un polluant en tant que tel mais plutôt un amalgame de nombreux sous-groupes comprenant chacun des composés différents. Les particules se définissent avant tout suivant leur taille granulométrique ; de manière générale, les grosses particules sont formées par broyage et abrasion des surfaces et entrent en suspension dans l'atmosphère sous l'effet du vent mais aussi des activités anthropiques telles que l'activité minière et l'agriculture. Ces particules ont un diamètre compris entre 2,5 et 10 µm (PM10), voire plus important (SFSP 1999, EPA 2001).

En ce qui concerne les particules, la taille granulométrique constitue le facteur déterminant de l'absorption ; au regard des fines particules (PM2,5), la principale voie d'exposition est la voie respiratoire inférieure. Par contre, les particules de taille plus importante (PM 10) pénètrent mal dans les bronchioles les plus fines du système respiratoire : elles se retrouvent généralement précipitées dans l'oropharynx (40%) puis elles sont dégluties pour être absorbées.

Concernant les effets à long terme, tels que la mortalité cardio-vasculaire, les études sont rares et concernent essentiellement une pollution urbaine de fond (SFSP 1999).

De manière générale, les différentes études épidémiologiques tendent à montrer que les PM2,5 restent les particules les plus préoccupantes en termes de santé publique.

7.4.1.2. Les métaux

7.4.1.2.1. Valeurs de références

Pour sélectionner au mieux les substances définies comme traceurs, nous devons identifier les VTR associées. La sélection des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) est effectuée conformément aux prescriptions établies par la Circulaire n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 en date du 31 octobre 2014, cosignée par la DGS et la DGPR, relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des VTR pour mener les évaluations de risque sanitaire dans le cadre des études d'impact et de la gestion de sites et sols pollués.

⁴ « WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – Global update 2005 »

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont recherchées parmi les 8 bases de données nationales et internationales suivantes : Anses⁵, USEPA⁶, ATSDR⁷, OMS⁸, Santé Canada, RIVM⁹, OEHHA¹⁰ et EFSA¹¹. La méthodologie proposée par cette circulaire, et utilisée dans la présente étude pour la sélection des VTR, est décrite dans le schéma ci-dessous.

⁵ Anses : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

⁶ USEPA : United-States Environmental Protection Agency, base de données des Etats-Unis

⁷ ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry, base de données des Etats-Unis

⁸ OMS : Organisation Mondiale de la Santé

⁹ RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, base de données des Pays-Bas

¹⁰ OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment, base de données de l'état de Californie

¹¹ EFSA : Autorité européenne de sécurité des aliments

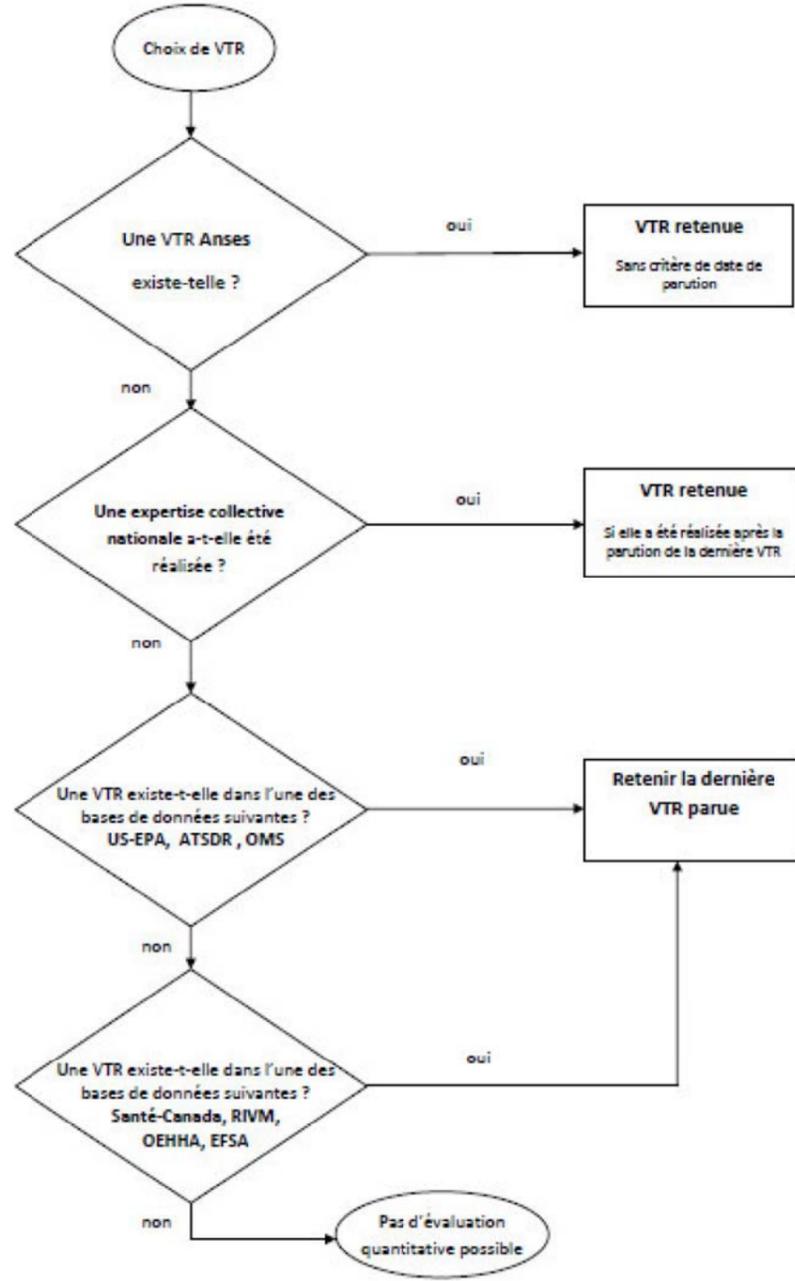


Figure 60 : Méthodologie de choix de VTR

Les tableaux ci-après présentent les DJT et les ERU retenus pour l'étude pour la voie inhalation.

Substance	VTR à seuil (mg/m ³)	Valeur retenue	Justification	VTR sans seuil (mg/m ³) ¹	Valeur retenue	Justification
As	0.000015 OEHHA 2014 (Choix INERIS 2007) 0.001 RIVM 2001	0.000015	Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS	4.3 US EPA 1998 (Choix INERIS 2007) 1.5 OMS 2002 6.4 Santé Canada 2006 3.3 OEHHA 2005		Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS
Ba	0.001 RIVM 2001 (Choix INERIS 2015)	0.001	Seule valeur disponible	-		
Cd	0,00005 OMS 2000 0,00001 ATSDR 2012 0,00002 OEHHA 2008 0.0003 Anses 2012 (Choix INERIS 2016)	0.0003	Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS	1,8 US EPA 1992 4,2 OEHHA 2011 5.1 Santé Canada 1993 Effet cancérigène a seuil (Anses 2012) (Choix INERIS 2016)		Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS
Cr total (Assimilé à Cr VI)	0,0001 USEPA 1998 (particules) (Choix INERIS 2007) 0,0003 ATSDR 2012 (particules) 0,00005 OMS 2000 (trioxyde)	0.0001	Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS	40 OMS 2000 (Choix INERIS 2007) 12 USEPA 1998 150 OEHHA 2011 75,75 Santé Canada 1993	40	OMS plus récent que l'USEPA conformément à la circulaire de la DGS
Cu	0,001 RIVM 2001	0.001	Seule valeur disponible	-		
Hg	0.00003 OEHHA 2008 (Choix INERIS 2009) 0.0003 US EPA 1995 0.0002 ATSDR 1999 0.001 OMS 2000 0.0002 RIVM 2001	0.00003	Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS	-		
Mo	0.12 RIVM 2000	0.12	Seule valeur disponible	-		
Ni	0,00009 ATSDR 2005 0,00002 Santé C 1983 0,000014 OEHHA 2012 (except NIO2) 0,00002 OEHHA 2008 (NIO2) 0,00005 RIVM 1999	0.00009	ATSDR prioritaire conformément à la circulaire de la DGS	0,38 OMS 2000 (Choix INERIS 2007) 0,26 OEHHA 2011 0.24 US EPA 1987	0.38	USEPA prioritaire conformément à la circulaire de la DGS
Pb	0,0005 OMS 2002 0.0009 Anses 2013	0.0009	Anses prioritaire conformément à la circulaire de la DGS	Effet cancero a seuil (Anses 2012) 0.012 OEHHA 2009 (Choix INERIS 2016)	0.012	Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS
Sb	-	-		-		
Se	0,02 OEHHA 2001 (non retenu par INERIS 2011)	-	Choix INERIS prioritaire conformément à la circulaire de la DGS	-		
Zn	-	-		-		

Tableau 42 : Valeurs toxicologiques de référence retenues

7.4.1.2.2. Effet sur la santé

Les principaux effets des substances listées ci-avant et disposant d'une valeur toxicologique de référence pour l'exposition par inhalation sont présentés dans le tableau suivant.

Substance	n°CAS	Sources et voies d'exposition majeures	Principaux effets pour la voie d'exposition inhalation
Arsenic	7440-38-2	Source : combustion d'énergies fossiles, fonderies primaires de cuivre et de zinc, activités agricoles (utilisation de pesticides) et incinération des déchets	L'absorption pulmonaire de l'arsenic puis vers le sang et les tissus mous est forte. L'empoisonnement à long terme se traduit par une perte d'appétit, des troubles gastro-intestinaux, une névrite rétrobulbaire et/ou périphérique. Des atteintes cutanées (hyperkératose, hyperpigmentation cutanée et muqueuse) ont constamment été retrouvées chez des salariés exposés à l'arsenic. Une intoxication à long terme peut se traduire par des cancers de la peau, du foie, du poumon, du rein et du testicule. Les preuves de cancérogénicité ont été acquises pour des expositions par ingestion et voie respiratoire L'arsenic est classé comme cancérogènes pour l'homme (groupe 1 par l'IARC et A par l'US EPA).
Baryum	7440-39-3	Source : industrie électrique, épuration des eaux industrielles ; industrie des peintures, papeterie, insecticides, traitement des métaux	Les voies de pénétration dans l'organisme sont l'inhalation, l'ingestion. Une grande majorité du baryum est stocké dans les os (91 %). Les composés insolubles du baryum inhalés ont été à l'origine de barytose, pneumoconiose caractérisée radiologiquement par des opacités nodulaires. Le baryum est classé D comme non classifiable comme cancérogène pour l'homme
Cadmium	7440-43-9	Source : galvanoplastie, fabrication d'accumulateurs, fabrication de pigments et verre	Le cadmium présent dans l'atmosphère est sous forme particulaire. Le taux d'absorption pulmonaire est de l'ordre de 25 %. Le principal organe cible du cadmium est le rein. L'exposition à long terme occasionne une néphropathie évoluant vers l'insuffisance rénale.
Chrome	7440-47-3	Source : industrie chimique, combustion de gaz naturel, d'huile et de charbon, usines de production de ciment, industries utilisant le chrome ou des composés du chrome	Le tractus respiratoire est l'organisme cible des effets lors de l'exposition par inhalation aux dérivés du chrome III et VI. Il s'agit alors d'atteintes au site de contact. Les principaux effets observés, lors d'une exposition au chrome VI, sont l'épistaxis, une rhinorrhée chronique, une irritation et des démangeaisons nasales, des bronchites, des pneumoconioses, une diminution des fonctions pulmonaires et des pneumonies. Le chrome et ses dérivés peuvent avoir un effet sensibilisant qui se manifeste par de l'asthme ou des dermites. Pour l'IARC, les composés du chrome VI sont classés dans le groupe 1 (l'agent est cancérogène pour l'homme) et les composés du chrome III dans le groupe 3 (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme).
Cuivre	7440-50-8	Source : industrie du cuivre, production de métaux non ferreux, fumée de tabac, fumées d'usines brûlant du charbon, usines d'incinération Principale voie d'exposition : voies respiratoire et orale (dépôt)	L'inhalation de fumées et de poussières contenant du cuivre peut provoquer une irritation des muqueuses nasales, une congestion du pharynx, une ulcération voire une perforation du septum nasal. Le cuivre est classé par l'US EPA comme substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (groupe D).

Substance	n°CAS	Sources et voies d'exposition majeures	Principaux effets pour la voie d'exposition inhalation
Mercur	7439-97-6	Source : production des gaz chlorés, de la soude caustique, des thermomètres, des amalgames dentaires, et des batteries	Cet élément est un neurotoxique. Les symptômes sont des tremblements, des troubles caractériels, une atteinte neuromusculaire avec faiblesse et atrophie musculaire, des maux de tête, des déficits neurologiques. Le mercure est classé comme substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme (groupe 3 par l'IARC et D par l'US EPA).
Molybdène	7439-98-7	Source : utilisé dans la fabrication de composants électriques et électroniques, dans la production d'énergie nucléaire et ses applications, dans l'industrie métallurgique	Le Molybdène est rapidement absorbé et transporté par la veine porte vers le foie. L'inhalation de composés de molybdène à fortes concentrations peut provoquer des irritations du tractus respiratoire supérieur.
Nickel	7440-02-0	Source : combustion de charbon ou de fuel, incinération des déchets, épandage des boues d'épuration, extraction et production de nickel	Lors d'expositions prolongées par voie respiratoire, les données d'études en population humaine décrivent essentiellement des pathologies respiratoires telles que la réduction de la capacité vitale, la bronchite chronique et l'emphysème. Par ailleurs quelques cas d'asthme ont été rapportés résultant d'une irritation ou d'une réponse allergique.
Plomb	7439-92-1	Source : circulation automobile, installations de combustion de combustibles fossiles	Le plomb peut avoir de manière générale, et quelle que soit la voie d'absorption, des conséquences sur les systèmes périphériques, reproductif, gastro-intestinal, immunitaire, rénal, cardio-vasculaire, musculaire et hématopoïétique. Il est considéré comme un toxique cumulatif dont les effets sont plus particulièrement sensibles chez l'enfant. Le plomb et ses dérivés inorganiques sont classés comme potentiellement cancérogènes pour l'homme (groupe 2B par l'IARC ou B2 par l'US EPA).

Tableau 43 : Propriétés toxicologiques des traceurs retenus

7.4.1.3. Les autres paramètres

7.4.1.3.1. Valeurs de références

Comme précisé précédemment, les paramètres chlorure, fluorure, sulfate, COT et FS ne disposent des valeurs de référence toxicologique pour l'exposition par inhalation. Ces paramètres sont donc écartés.

7.4.2. Estimation des concentrations dans l'air et des dépôts au sol

7.4.2.1. Modélisation de la dispersion atmosphérique

Pour quantifier l'impact sanitaire des émissions atmosphériques du projet, la première étape concerne l'estimation par modélisation des concentrations de polluants traceurs, issus des rejets atmosphériques du site.

La modélisation de la dispersion atmosphérique a été menée à l'aide du logiciel ADMS 5.1

(Advanced Air Dispersion Model, version 5), développé par Cambridge Environmental Research Consultants Ltd (CERC).

ADMS est un modèle de type pseudo-Gaussien, adapté au calcul des concentrations atmosphériques pour les composés émis par des installations industrielles. Conçu pour répondre aux nouvelles exigences environnementales (dossiers ICPE, mise en place de SME, etc.), il s'impose comme l'outil Européen de référence pour l'évaluation de l'impact et du risque industriel.

Il permet la prise en compte du relief, des bâtiments, des fluctuations météorologiques, d'une grande variété de sources d'émissions (cheminée, volume, surface, etc.), dans un même calcul de plusieurs types de sources d'émissions, etc.

Il dispose par ailleurs d'un modèle de calcul des dépôts secs et humides selon la nature du polluant.

Les paramètres d'entrée retenus pour la dispersion atmosphérique sont présentés dans les paragraphes suivants.

7.4.2.2. Données de modélisation

7.4.2.2.1. Emissions atmosphériques modélisées

La dispersion atmosphérique est réalisée sur la base des substances, rejetées par les activités du site, qui ont été sélectionnées. Les caractéristiques physiques des sources d'émission ainsi que les flux des particules sélectionnées sont présentés dans le tableau suivant :

	Déchargement, poussage, régalage		Envol de poussières lié à la circulation sur les pistes		Envol de poussières lié à l'érosion sur les surface de travail	
	PM 10	PM 2,5	PM 10	PM 2,5	PM 10	PM 2,5
Flux massique annuel en T/an						
Particules	3,13E-01	4,74E-02	4,65E+01	4,65E+00	5,08E+00	1,47E+00
As	1,56E-07	2,37E-08	2,32E-05	2,32E-06	2,54E-06	7,33E-07
Ba	1,25E-05	1,89E-06	1,86E-03	1,86E-04	2,03E-04	5,87E-05
Cd	3,75E-08	5,68E-09	5,58E-06	5,58E-07	6,10E-07	1,76E-07
Cr total	4,69E-07	7,10E-08	6,97E-05	6,97E-06	7,62E-06	2,20E-06
Cu	1,88E-06	2,84E-07	2,79E-04	2,79E-05	3,05E-05	8,80E-06
Hg	9,38E-09	1,42E-09	1,39E-06	1,39E-07	1,52E-07	4,40E-08
Mo	4,69E-07	7,10E-08	6,97E-05	6,97E-06	7,62E-06	2,20E-06
Ni	3,75E-07	5,68E-08	5,58E-05	5,58E-06	6,10E-06	1,76E-06
Pb	1,56E-07	2,37E-08	2,32E-05	2,32E-06	2,54E-06	7,33E-07
Sb	5,63E-08	8,53E-09	8,37E-06	8,37E-07	9,15E-07	2,64E-07
Se	9,38E-08	1,42E-08	1,39E-05	1,39E-06	1,52E-06	4,40E-07
Zn	3,75E-06	5,68E-07	5,58E-04	5,58E-05	6,10E-05	1,76E-05
Caractéristiques des sources						
Type de source	Surfacique	Surfacique	Linéaire	Linéaire	Surfacique	Surfacique
Longueur (m)			1700	1700		
Surface (m ²)	590 000	590 000			590 000	590 000
Vitesse émission (m/s)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Température rejet (°C)	ambiante	ambiante	ambiante	ambiante	ambiante	ambiante
Hauteur de la source (m)	0	0	0	0	0	0

	Déchargement, poussage, régalage		Envol de poussières lié à la circulation sur les pistes		Envol de poussières lié à l'érosion sur les surface de travail	
	PM 10	PM 2,5	PM 10	PM 2,5	PM 10	PM 2,5
Flux moyen annuel modélisé (g/s/m² pour les sources surfaciques et g/s/m pour les sources linéaires)						
Particules	1,68E-08	2,55E-09	5,10E-04	5,10E-05	1,75E-07	5,05E-08
As	8,41E-15	1,27E-15	2,55E-10	2,55E-11	8,76E-14	2,53E-14
Ba	6,72E-13	1,02E-13	2,04E-08	2,04E-09	7,01E-12	2,02E-12
Cd	2,02E-15	3,05E-16	6,12E-11	6,12E-12	2,10E-14	6,06E-15
Cr total	2,52E-14	3,82E-15	7,65E-10	7,65E-11	2,63E-13	7,58E-14
Cu	1,01E-13	1,53E-14	3,06E-09	3,06E-10	1,05E-12	3,03E-13
Hg	5,04E-16	7,64E-17	1,53E-11	1,53E-12	5,26E-15	1,52E-15
Mo	2,52E-14	3,82E-15	7,65E-10	7,65E-11	2,63E-13	7,58E-14
Ni	2,02E-14	3,05E-15	6,12E-10	6,12E-11	2,10E-13	6,06E-14
Pb	8,41E-15	1,27E-15	2,55E-10	2,55E-11	8,76E-14	2,53E-14
Sb	3,03E-15	4,58E-16	9,18E-11	9,18E-12	3,15E-14	9,10E-15
Se	5,04E-15	7,64E-16	1,53E-10	1,53E-11	5,26E-14	1,52E-14
Zn	2,02E-13	3,05E-14	6,12E-09	6,12E-10	2,10E-12	6,06E-13

Tableau 44 : Synthèse des émissions atmosphériques de poussières prise en compte

La localisation des sources modélisées est présentée sur la figure ci-après.

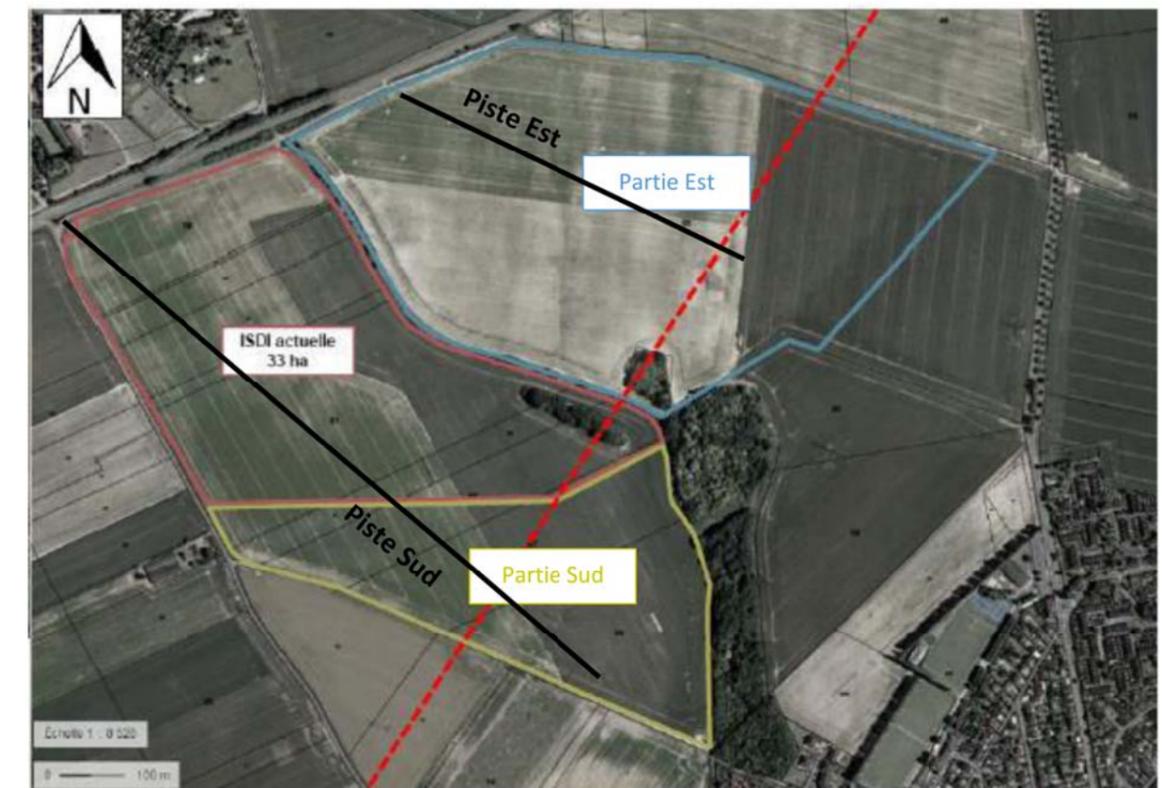


Figure 61 : Localisation des sources d'émissions de poussières et de métaux

7.4.2.2.2. Zone d'étude

Pour cette évaluation, une zone d'étude de 6 km sur 4.5 km, « centrée » sur le site, a été prise en compte. Le système comprend un total de 10 000 mailles.

Par ailleurs, quelques points spécifiques, représentatifs des cibles environnantes ont été intégrés. Ils sont localisés sur la figure ci-après.

Point	Cible associée
1	Stade 1
2	Puiseux Village
3	Ferme du Moulin
4	Parcours sportif
5	Puiseux
6	Stade 2
7	Ecole
8	Fontenay
9	Clos des cèdres

Tableau 45 : Points spécifiques intégrés à la modélisation

7.4.2.2.3. Hauteur de rugosité

Le modèle utilise une hauteur de rugosité, qui traduit le degré de turbulence causé par le passage des vents à travers les structures de surface au sol.

La turbulence de surface est plus élevée dans les zones urbaines que dans les zones rurales, en raison de la présence de bâtiments plus nombreux et de plus grande taille, conduisant à un dépôt de polluants à une distance plus courte dans les zones urbaines que dans les zones rurales.

Le site étant implanté dans une zone composée principalement de champs et de zone boisées, on retient une hauteur de rugosité de 0.3.

7.4.2.2.4. Relief

Le site est situé sur une zone relativement plate (notamment entre le périmètre d'autorisation et les cibles les plus proches), de sorte que la prise en compte du relief n'est pas prise en compte dans le modèle.

7.4.2.2.5. Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques du site ont une grande influence sur la dispersion atmosphérique. La dispersion est conditionnée par des facteurs tels que la vitesse du vent, sa direction et l'intensité des turbulences.

Pour un flux donné, les concentrations dans l'air prédites à hauteur d'homme peuvent varier considérablement selon les conditions météorologiques, parfois de plusieurs ordres de grandeur. La concentration maximale dans l'air au-dessus de la surface du sol peut apparaître à un endroit sous certaines conditions météorologiques et à un autre endroit sous d'autres conditions.

Les données météorologiques utilisées sont celles de la station Météo France de ROISSY pour les 5 paramètres suivants : température sous abris, hauteur de précipitation en 1 heure, force et direction du vent à 10 m, et nébulosité totale.

Les données météorologiques de 2013-2016 ont été utilisées. La rose des vents établie par le logiciel ADMS à partir de ces données, indique une large prédominance des vents provenant du secteur Sud-Ouest.

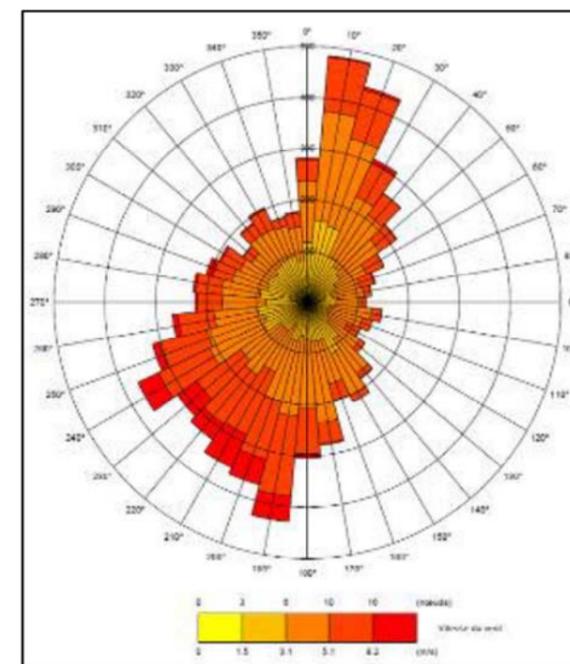


Figure 62 : Rose des vents établie par ADMS au niveau de la station de ROISSY (données 2013 à 2016)

7.4.3. Estimation des expositions

L'évaluation des risques sanitaires prend en compte l'exposition des populations résidant au voisinage du site. Ces populations peuvent comprendre des adultes, mais également des personnes dites « sensibles » (enfants).

Nous avons utilisé les paramètres d'exposition suivants :

- L'exposition des cibles a été calculée en affectant 100 % du temps au lieu de résidence (24 heures par jour, 365 jours par an),
- La durée d'exposition retenue est de 4 ans pour l'adulte et l'enfant, ce qui correspond à la durée d'exploitation du site,
- Le taux de pénétration des polluants à l'intérieur des habitats a été pris comme étant égal à 100 %. En effet, les phénomènes de transfert entre l'air extérieur et l'air intérieur étant complexes et difficiles à caractériser, il est supposé que l'air intérieur des bâtiments présente les mêmes concentrations que l'air extérieur,
- De plus, il a été retenu un taux d'absorption par l'organisme des substances de 100 %

La durée d'exposition des populations avoisinantes est donc considérée, selon une approche majorante, comme permanente (24 heures par jour, 365 jours par an).

Courbes d'iso-concentration en PM2,5 (mg/m³)

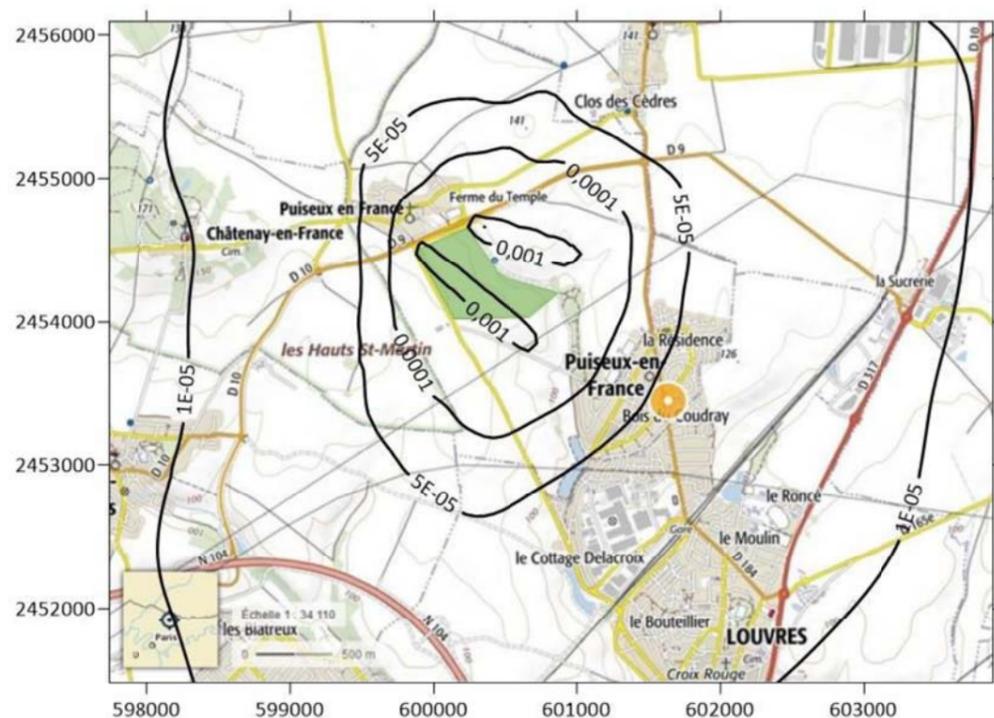


Figure 64 : Courbes d'iso-concentrations en PM2.5

7.5.3. Les métaux

7.5.3.1. Calculs des risques

Deux indicateurs de risque sont calculés :

- Des Quotients de Danger (QD) pour les effets à seuil ;
- Des Excès de Risque Individuels (ERI) pour les effets sans seuil.

Les formules sont présentées ci-après.

Voie d'exposition	Quotients de Danger	Excès de Risque Individuels
Inhalation	$QD = \frac{CI}{VTR}$	$ERI = \frac{\sum_i CI_i \times Ti}{Tm} \times ERU$
	Avec CI : concentration inhalée (mg/m ³) VTR : valeur toxicologique de référence, à seuil (mg/m ³)	Avec CI : concentration inhalée (mg/m ³) ERU : excès de risque unitaire ((mg/m ³) ⁻¹) Ti : durée de la période d'exposition (an) Tm : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (an)

Tableau 49 : calcul des indicateurs de risque

Comme précisé précédemment, les hypothèses contraignantes ont été considérées : l'exposition des cibles a été calculée en affectant 100 % du temps au lieu de résidence (24 heures par jour, 365 jours par an) quel que soit le type de cible considéré.

Cette approche est très contraignante, en particulier pour les personnes qui pratiquent une activité de loisir (exemple : parcours de santé en limite Sud-est du site).

Sur la base de ces hypothèses, les concentrations inhalées correspondent aux concentrations modélisées présentée précédemment.

7.5.3.2. Calculs des Quotients de Danger

Le tableau ci-dessous présente les QD calculés pour les points spécifiques.

Points	Quotient de Danger (Adulte ou Enfant)								
	As	Ba	Cd	Cr total	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb
1	8,18E-06	9,82E-06	9,82E-08	3,68E-06	1,47E-06	2,45E-07	3,07E-09	3,27E-06	1,36E-07
2	4,79E-06	5,74E-06	5,74E-08	2,15E-06	8,61E-07	1,44E-07	1,79E-09	1,91E-06	7,98E-08
3	7,37E-06	8,84E-06	8,84E-08	3,31E-06	1,33E-06	2,21E-07	2,76E-09	2,95E-06	1,23E-07
4	1,07E-05	1,29E-05	1,29E-07	4,83E-06	1,93E-06	3,22E-07	4,03E-09	4,30E-06	1,79E-07
5	5,14E-06	6,17E-06	6,17E-08	2,31E-06	9,26E-07	1,54E-07	1,93E-09	2,06E-06	8,57E-08
6	2,57E-06	3,08E-06	3,08E-08	1,16E-06	4,62E-07	7,70E-08	9,63E-10	1,03E-06	4,28E-08
7	1,59E-06	1,91E-06	1,91E-08	7,18E-07	2,87E-07	4,78E-08	5,98E-10	6,38E-07	2,66E-08
8	4,15E-07	4,98E-07	4,98E-09	1,87E-07	7,47E-08	1,25E-08	1,56E-10	1,66E-07	6,92E-09
9	1,20E-06	1,44E-06	1,44E-08	5,41E-07	2,16E-07	3,61E-08	4,51E-10	4,81E-07	2,00E-08

Tableau 50 : QD calculés aux points spécifiques

L'ensemble des QD calculés reste bien inférieur à la valeur seuil de 1.

Le point le plus exposé correspond au parcours sportif. Cela étant, à ce point, la somme des QD (sans distinction des organes cibles) reste également inférieure à la valeur seuil de 1, témoignant d'un risque non préoccupant.

Sur l'ensemble de la zone d'étude, le seuil de 1 n'est jamais dépassé.

Courbes d'iso-quotient de danger (QD)

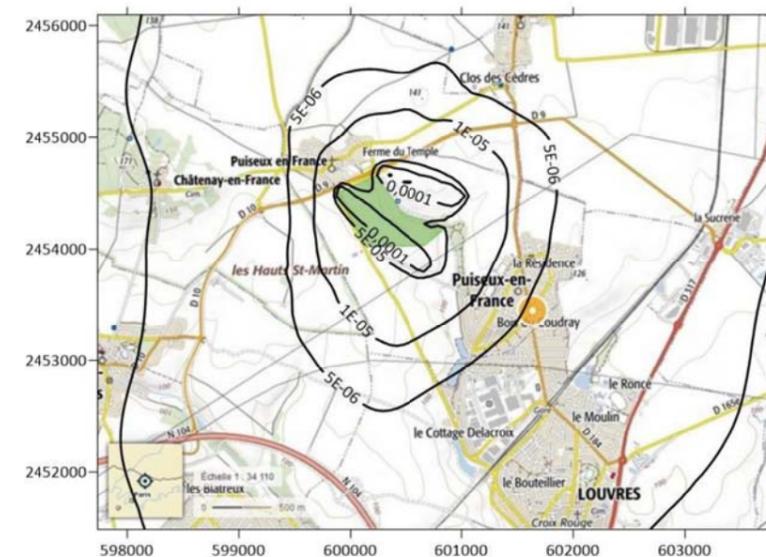


Figure 65 : Courbes d'iso-Quotient de Danger

7.5.3.3. Calculs des Excès de Risque Individuel

Le tableau ci-dessous présente les ERI calculés pour les points spécifiques.

Points	Excès de Risque Individuel (Adulte)				
	As	Cr total	Ni	Pb	TOTAL
1	6,03E-11	1,68E-09	8,08E-12	1,68E-13	1,75E-09
2	3,53E-11	9,84E-10	4,73E-12	9,84E-14	1,02E-09
3	5,43E-11	1,52E-09	7,27E-12	1,52E-13	1,58E-09
4	7,92E-11	2,21E-09	1,06E-11	2,21E-13	2,30E-09
5	3,79E-11	1,06E-09	5,08E-12	1,06E-13	1,10E-09
6	1,89E-11	5,28E-10	2,54E-12	5,28E-14	5,50E-10
7	1,18E-11	3,28E-10	1,57E-12	3,28E-14	3,41E-10
8	3,06E-12	8,54E-11	4,10E-13	8,54E-15	8,89E-11
9	8,87E-12	2,47E-10	1,19E-12	2,47E-14	2,58E-10

Points	Excès de Risque Individuel (Enfant)				
	As	Cr total	Ni	Pb	TOTAL
1	4,52E-11	1,26E-09	6,06E-12	1,26E-13	1,31E-09
2	2,65E-11	7,38E-10	3,54E-12	7,38E-14	7,68E-10
3	4,07E-11	1,14E-09	5,45E-12	1,14E-13	1,18E-09
4	5,94E-11	1,66E-09	7,96E-12	1,66E-13	1,72E-09
5	2,84E-11	7,93E-10	3,81E-12	7,93E-14	8,26E-10
6	1,42E-11	3,96E-10	1,90E-12	3,96E-14	4,12E-10
7	8,82E-12	2,46E-10	1,18E-12	2,46E-14	2,56E-10
8	2,29E-12	6,40E-11	3,07E-13	6,40E-15	6,66E-11
9	6,65E-12	1,86E-10	8,91E-13	1,86E-14	1,93E-10

Tableau 51 : ERI calculés aux points spécifiques

L'ensemble des ERI calculés reste inférieur à la valeur seuil de 10^{-05} .

Sur l'ensemble de la zone d'étude, le seuil de 10^{-05} n'est jamais dépassé.

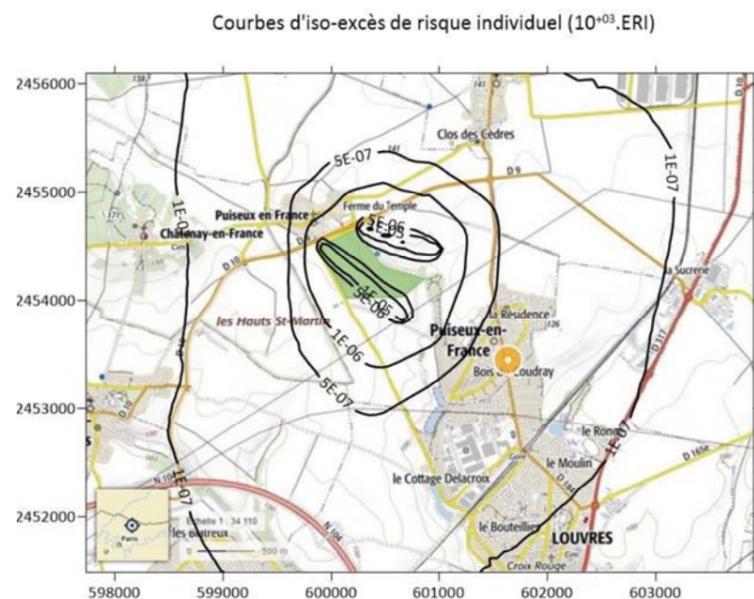


Figure 66 : Courbes d'iso-Excès de Risque Individuel

7.6. Discussion des incertitudes de l'étude d'impact sanitaire vis-à-vis de l'air

Les principales étapes de la caractérisation des risques liés aux rejets atmosphériques du site sont :

- L'identification des dangers, comprenant la quantification des flux ;
- Les relations dose effet et ;
- L'évaluation de l'exposition, comprenant la modélisation de la dispersion atmosphérique.

Chacune de ces étapes s'accompagne d'incertitudes qui sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous.

7.6.1. Incertitudes liées à l'identification des dangers

7.6.1.1. Quantification des flux

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée en considérant les émissions maximales pouvant être émises à l'atmosphère avec la prise en compte des surfaces maximales soumises à l'érosion du vent et aux tonnages maximaux de matériaux manipulés et chargés/déchargés.

Les quantifications des flux émis sont estimées à l'aide des formules présentées dans le document AP-42 de l'US EPA (*Compilation of Air Pollutant Emission Factors*).

7.6.1.2. Sources retenues

L'ensemble des sources d'émission de poussières a été retenu.

L'étude de l'impact sanitaire des gaz d'échappement des engins circulant sur le site n'est pas jugée pertinente dans le cadre du présent dossier dont l'objectif est d'évaluer l'impact des opérations de remblaiement avec des matériaux répondant à des seuils d'admission de déchets inertes adaptés.

7.6.1.3. Choix des scénarii étudiés

Le scénario étudié est l'inhalation de poussières. Ce choix réaliste repose sur l'analyse des émissions du site.

7.6.2. Incertitudes liées à l'évaluation de l'exposition

7.6.2.1. Incertitudes liées à la modélisation de la dispersion

Tout modèle est une représentation simplifiée de la réalité, comprenant des éléments d'incertitude qu'il est important de prendre en compte, notamment pour l'analyse des résultats. La qualité de ces résultats dépend d'une part, du modèle et de la modélisation (phénomène modélisé, équations utilisées, ...) et d'autre part, de la qualité des données d'entrée saisies dans le modèle.

Les paramètres d'entrée du modèle (données météorologiques, caractéristiques des sources, etc.) correspondent à des données adaptées, disponibles à ce jour pour le site et son

environnement et qui sont conformes au principe de proportionnalité. Il est raisonnable de considérer que les résultats fournis par ce type de modèle sont du même ordre de grandeur que les concentrations qui pourraient être observées.

La modélisation mise en œuvre ne tient pas compte des phénomènes de dégradation advenant après diffusion dans l'environnement ni des phénomènes de complexation de substances.

7.6.2.2. Incertitudes liées aux données météorologiques

L'hypothèse que la modélisation et les mesures fournissent une estimation à long terme de ce qui se passe dans l'environnement repose sur la représentativité des données météorologiques indispensables à la simulation.

Les données choisies sur les températures et le vent sont représentatives du site puisqu'elles correspondent à la station de Roissy éloignée d'environ 5 km du site, au sein d'un environnement climatique identique.

7.6.2.3. Incertitudes liées aux critères d'exposition des populations

L'inhalation est la voie principale d'exposition.

Les modalités d'exposition, varient d'un individu à l'autre (volume respiratoire, poids corporel, etc.).

Les hypothèses retenues pour cette voie d'exposition sont les suivantes :

- Le taux de pénétration des polluants à l'intérieur des habitats a été pris comme étant égal à 100 %, ce qui est pénalisant ;
- Le taux d'absorption par l'organisme des substances a été retenu égal à 100 %. Là encore ce choix est sécuritaire, puisque certaines substances présentent des taux d'absorption inférieurs.

7.6.3. Bilan des incertitudes

L'approche qui a été suivie pour évaluer l'impact sanitaire des rejets atmosphériques potentiellement issus des activités envisagées avec seuils adaptés est basée sur les informations spécifiques au site (plan de phasage, tonnages, etc.), sur des données représentatives et disponibles (données météorologiques de la station de Roissy) et sur des hypothèses pénalisantes, en particulier pour le calcul des flux émis et pour le scénario d'exposition (exposition permanente pour les résidents).

L'approche retenue est considérée comme conservatrice.

7.7. Conclusions de l'impact sanitaire vis-à-vis de l'air (envol des poussières)

Le volet sanitaire vise à évaluer l'impact du projet d'exploitation en ISDI+ sur la santé des populations avoisinantes (apports des émissions atmosphériques) de manière déconnectée du bruit de fond (circulation automobile, etc.) existant sur la zone d'étude.

Les sources de danger potentielles pour la santé des populations environnantes retenues sont les émissions de poussières diffuses liées :

- Aux zones soumises à l'érosion du vent (surfaces mises à nu),
- Aux opérations de manipulation, de chargement et de déchargement des matériaux,
- À la circulation des engins sur les pistes.

Les substances sélectionnées pour les rejets atmosphériques sont :

- Les poussières : des PM 2,5 et des PM 10 (poussières de diamètre médian 2,5 µm et 10 µm) ;
- Les métaux potentiellement présents dans les matériaux de remblais inertes à seuils adaptés.

A partir du choix raisonné des sources, des substances à retenir comme éléments traceurs du risque et des quantités associées, l'inhalation directe de poussières est jugée comme étant la voie d'exposition la plus pertinente.

Tous des métaux disposant d'une valeur toxicologique de référence ont été retenus comme traceurs de risque et les poussières ont été comparées aux objectifs de qualité de l'air.

Les concentrations d'exposition en poussières ont été modélisées sur une zone d'étude d'environ 25 km² centrée sur le site, en retenant une approche très majorante pour la plupart des paramètres (tonnage maximal manipulé, estimation des flux de poussières, etc.).

Les habitations situées autour du site sont exposées à une concentration en PM10 et PM2,5 largement inférieure aux objectifs de qualité de l'air de 20 µm/m³ et 10 µm/m³ respectivement.

Les QD et les ERI calculés au niveau des habitations situées autour du site ou des zones sensibles (parcours de santé) sont très largement inférieurs aux valeurs seuil de 1 et 10⁻⁰⁵ respectivement.

Au regard de ces résultats le risque pour la santé est considéré comme non préoccupant.

8. Discussion des incertitudes

Les principales étapes de la caractérisation des risques liés aux eaux souterraines sont :

- La définition d'un modèle conceptuel issu de l'analyse du contexte géologique, hydrogéologique et environnemental ;
- Le choix des substances étudiées et leurs propriétés hydrodispersives ;
- L'évaluation des concentrations au niveau de la cible étudiée, comprenant la modélisation hydrodispersive.

Chacune de ces étapes s'accompagne d'incertitudes qui sont détaillées dans les paragraphes ci-dessous.

8.1.1. Définition du modèle conceptuel

Le modèle conceptuel a été établi à la suite d'une analyse du contexte géologique, hydrogéologique et environnemental menée à l'échelle régionale puis locale.

Elle consiste en une analyse des études préalablement réalisées et une recherche de données documentaires en particulier sur les sites Infoterre et du SIGES. S'appuyant sur le retour de plus de 6 années d'études menées dans le cadre de la création et l'exploitation du site, **le modèle conceptuel a été conçu en retenant des couples épaisseurs / perméabilités permettant de se placer du côté sécuritaire d'un point de vue environnemental.**

Ainsi, les valeurs hautes des gammes de variation des coefficients de perméabilité des formations mesurées à l'échelle régionale et locale ont été retenues. Le modèle conceptuel mis en œuvre prend donc en compte un ensemble de formations pouvant être qualifiées comme perméables (coefficient de perméabilité $\geq 1.10^{-5}$ m/s).

8.1.2. Incertitudes liées aux choix des substances étudiées et à leurs propriétés hydrodispersives

Si par le passé, les études de faisabilité conduites pour évaluer la possibilité d'augmenter les seuils d'acceptation des déchets inertes portaient sur 3 à 4 paramètres, considérés comme présentant les propriétés hydrodispersives les plus défavorables, les modélisations présentées dans ce document couvrent l'ensemble des paramètres définis par l'Arrêté Ministériel.

De plus, l'évaluation des risques a été réalisée en considérant une concentration maximale sur l'ensemble du site pendant une durée de 500 ans.

S'agissant des propriétés hydrodispersives, celles-ci correspondent à des données adaptées, disponibles à ce jour, en particulier, par consultation des fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS et le rapport BRGM/RP-60227-FR de Février 2012.

Lorsque les sources documentaires fournissent des valeurs très différentes, il est appliqué les recommandations du guide BRGM/RP-60227-FR, à savoir : « Une valeur de coefficient de partage sol/eau (Kd) faible est majorante vis-à-vis de l'impact sur la ressource en eau. Parmi plusieurs valeurs, nous recommandons donc de retenir la valeur la plus faible ».

8.1.3. Incertitudes liées à l'évaluation de la concentration en aval du site

Tout modèle est une représentation simplifiée de la réalité, comprenant des éléments d'incertitude qu'il est important de prendre en compte, notamment pour l'analyse des résultats. La qualité de ces résultats dépend d'une part, du modèle et de la modélisation (phénomène modélisé, équations utilisées, ...) et d'autre part, de la qualité des données d'entrée saisies dans le modèle,

Les paramètres d'entrée du modèle (données météorologiques, propriétés hydrodispersives des substances, etc.) correspondent à des données adaptées, disponibles à ce jour et qui sont conformes au principe de proportionnalité. Il est raisonnable de considérer que les résultats fournis par ce type de modèle sont du même ordre de grandeur que les concentrations qui pourraient être observées.

La modélisation mise en œuvre ne tient cependant pas compte des phénomènes de dégradation advenant après diffusion dans l'environnement ni des phénomènes de complexation de substances.

L'hypothèse que la modélisation et les mesures fournissent une estimation à long terme de ce qui se passe dans l'environnement repose sur la représentativité des données météorologiques indispensables à la simulation. Les données choisies pour la pluviométrie sont représentatives du site puisqu'elles correspondent à la station de Roissy, au sein d'un environnement climatique identique.

Outre la définition d'un modèle conceptuel permettant de se placer du côté sécuritaire d'un point de vue environnemental, il a été retenu :

- Le recours à un logiciel de modélisation reconnu et éprouvé permettant de simuler l'ensemble des formations sous la zone d'étude ;
- Une cible positionnée en aval hydraulique à 3km du site ;
- De comparer les concentrations modélisées en aval aux seuils définis par arrêté ministériel pour une eau destinée à la consommation humaine excepté pour les paramètres pour lesquels aucune valeur n'est définie.

8.1.4. Bilan des incertitudes

L'approche qui a été suivie pour évaluer l'impact sur les eaux souterraines est basée sur les informations spécifiques au site (coupe hydrogéologique, durée d'exploitation, etc.), sur des données représentatives et disponibles et sur des hypothèses pénalisantes,

L'approche retenue est considérée comme conservatrice.

9. Conclusions

COSSON souhaite, en continuité des autorisations déjà délivrées pour le site actuel, étudier la possibilité d'adapter les seuils d'acceptation selon les dispositions de l'article 6 de l'Arrêté Ministériel du 12 Décembre 2014, sur les secteurs d'extension de ce projet ouvrant la possibilité de multiplier par 3 les valeurs limites mentionnées en Annexe II dudit Arrêté Ministériel.

L'extension de l'ISDI se décompose en deux secteurs qui seront successivement aménagés, à savoir le secteur d'extension sud d'environ 19 Ha, puis le secteur d'extension Est d'environ 40 Ha.

L'objectif de ce document est donc de démontrer que l'impact environnemental et sanitaire est d'un niveau acceptable.

L'analyse du contexte géologique, hydrologique, hydrogéologique, géochimique et environnemental met en avant :

- **Un contexte géologique favorable**, caractérisé par, d'après les documents mis à disposition :
 - Une couche de limons des plateaux et de colluvions sur les pentes atteignant 5 m d'épaisseur au maximum,
 - 7 m d'épaisseur de calcaire de St-Ouen présentant une perméabilité de 1.10^{-6} m/s,
 - Les Sables de Beauchamp, de 10 m d'épaisseur, présentant une perméabilité de 1.10^{-5} m/s,
 - Les Marnes et Caillasses, terrains marneux ou de calcaire marneux, accompagné de niveaux de caillasses calcaires, sur une épaisseur de 10 m, avec une perméabilité comprise entre 1.10^{-7} et 1.10^{-9} m/s,
 - Le Calcaire Grossier du Lutétien sur environ 50 m d'épaisseur.
- **Une cible potentielle correspondant à la nappe phréatique du Lutétien**, s'écoulant vers le sud-sud-ouest au niveau du site puis se déversant dans la vallée du Rhin.

Suite à notre prise de contact avec les services de l'ARS du Val d'Oise en septembre 2017, les 6 captages d'alimentation en eau potable situés en aval hydraulique le plus proche du site, exploitent la nappe de l'Yprésien, plus profonde. De plus, la zone d'étude est située en dehors de leurs périmètres de protection.

- **Un fond géochimique au niveau des sols naturels caractérisé par des concentrations faibles pour les substances objet de la présente note.**
- **Des cibles correspondant aux riverains** (habitations sous les vents dominants, écoles, zones de loisirs) potentiellement exposés à des émissions de poussières générées par les activités du site et dispersées par les vents.

Sur la base des documents mis à disposition, complétés par les données de la littérature scientifique amendées par nos retours d'expérience, le présent porter à connaissance met en avant :

- **Pour les risques sanitaires vis-à-vis des eaux souterraines :**

Les modélisations hydrodispersives réalisées avec des hypothèses pouvant être jugées comme **sécuritaires**, tenant compte notamment d'une concentration maximale considérée sur l'ensemble du fond de la zone prévue remblayée, mettent en avant un impact environnemental d'un niveau acceptable, puisque :

- Pour les modélisations sur la surface de l'ISDI actuelle et des deux secteurs d'extension :
 - Les concentrations modélisées en aval hydraulique immédiat (C_{aval} modélisée) sont à 3 km du site :
 - supérieures aux valeurs seuil prises en compte pour l'Arsenic et le Plomb ;
 - inférieures aux valeurs seuil prises en compte pour l'ensemble des autres substances étudiées ;
 - La somme de ces concentrations avec celles issues des campagnes de prélèvements réalisés en 2020 engendre un impact environnemental supplémentaire à 3km du site pour le Plomb et l'Arsenic dépassent la valeur seuil prise en compte.

- **Pour les risques sanitaires vis-à-vis de l'air (envol des poussières) :**

A partir du choix raisonné des sources, des substances à retenir comme éléments traceurs du risque et des quantités associées, l'inhalation directe de poussières est jugée comme étant la voie d'exposition la plus pertinente. Les modélisations atmosphériques et les calculs de risques réalisés mettent en avant un risque pour la santé considéré comme non préoccupant tenant compte que :

- **Les habitations situées autour du site sont exposées à une concentration en PM10 et PM2,5 largement inférieure aux objectifs de qualité de l'air de $20 \mu\text{m}/\text{m}^3$ et $10 \mu\text{m}/\text{m}^3$ respectivement.**
- **Les QD et les ERI calculés au niveau des habitations situées autour du site ou des zones sensibles (parcours de santé) sont très largement inférieurs aux valeurs seuil de 1 et 10-05 respectivement.**

Au regard de ces résultats le risque pour la santé est considéré comme non préoccupant.

Au regard de ces conclusions, il est possible d'adapter les seuils d'admission du projet d'extension de l'ISDI et d'accueillir des déchets inertes dont les seuils vérifient le tableau suivant :

Paramètres	mg/kg de matière sèche
As	0,5
Ba	40
Cd	0,12
Cr total	1,5
Cu	6
Hg	0,03
Mo	1,5
Ni	1,2
Pb	0,5
Sb	0,18
Se	0,3
Zn	12
Chlorure	2400 ou sans limite si FS < 12 000
Fluorure	30
Sulfate	3000 ou sans limite si FS < 12 000
Indice phénols	3
COT (carbone organique total) sur éluat	1 500
FS (fraction soluble)	12 000 ou sans limite si Chlorure < 2 400 ET Sulfate < 3 000
Paramètres	mg/kg de déchets secs
COT (carbone organique total)	60 000
BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)	6
PCB (polychlorobiphényles 7 congénères)	1
Hydrocarbures (C10 à C40)	500
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)	50

Tableau 52 : Valeurs seuil à respecter pour le remblaiement de l'ISDI en déchets inertes

Au regard de ces conclusions, il est possible d'adapter les seuils d'admission sur les deux secteurs de l'ISDI et d'accueillir des déchets inertes dont les seuils vérifient le tableau suivant :

Paramètres	Facteur	mg/kg de matière sèche
As	1	0,5
Ba	2	40
Cd	3	0,12
Cr total	3	1,5
Cu	3	6
Hg	3	0,03
Mo	3	1,5
Ni	3	1,2
Pb	1	0,5
Sb	3	0,18
Se	3	0,3
Zn	3	12
Chlorure	3	2400
Fluorure	3	30
Sulfate	3	3000
Indice phénols	3	3

Tableau 53 : Valeurs seuil à respecter pour le remblaiement de l'ISDI en déchets inertes

Les dispositions de l'AM du 12/12/14 relatif aux prescriptions générales applicables aux ISDI (rubrique 2760) devront être respectées.

Pour le Carbone Organique Total (COT) dans les déchets secs, un facteur 2 sera appliqué dans la mesure où la valeur sur éluat ne peut être multipliée par un facteur 3.

L'impact environnementale et sanitaire étant d'un niveau acceptable, cette adaptation des seuils en accord avec l'arrêté ministériel du 12/12/2014 est jugée comme étant une modification non substantielle au titre de l'article R 181-46 du Code de l'Environnement

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne saurait engager la responsabilité de celle-ci, Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Annexe 1

Analyse du fond géochimique des sols – Résultats des analyses des
prélèvements réalisés au droit du site

(5 pages)



WESSLING

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Laboratoire WESSLING, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex
ANTEA GROUP
Agence de Paris
Monsieur Baptiste PAGE
Immeuble Axéo 29 avenue Aristide Briand CS
10006
94117 ARCUEIL CEDEX

Rapport d'essai n° : ULY17-004268-1
Commande n° : ULY-02842-17
Interlocuteur : Y. Lafond
Téléphone : 33 474 990 554
eMail : y.lafond@wessling.fr
Date : 29.03.2017

Rapport d'essai

IDFP161562/ARCUEIL/17/0045

**Ce rapport est une version modifiée du rapport d'essai
n° ULY17-004055-1.**

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai, sous réserve du flacottage reçu (hors flacottage Wessling), du respect des conditions de conservation des échantillons jusqu'au laboratoire d'analyses et du temps imparti entre le prélèvement et l'analyse préconisée dans les normes suivies. Les méthodes couvertes par l'accréditation EN ISO 17025 sont marquées d'un A dans le tableau récapitulatif en fin de rapport au niveau des normes.

Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais est disponible sur www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling de Lyon.

Les essais effectués par le laboratoire de Paris sont accrédités par le COFRAC sous le numéro 1-5578.

Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.as.dakks.de).

Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAT sous le numéro NAT-1-1398 (www.nat.hu).

Ce rapport d'essai ne peut-être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING (EN ISO 17025).

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

La conclusion ne tient pas compte des incertitudes et n'est pas couverte par l'accréditation.



WESSLING

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
 Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
 BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
 Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
 labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Rapport d'essai n°.: ULY17-004268-1
 Projet : IDFP161562/ARCUEIL/17/0045

St Quentin Fallavier, le 29.03.2017

N° d'échantillon 17-038681-01 17-038681-02 17-038681-03
 Désignation d'échantillon Puiseux 1 Puiseux 2 Puiseux 3

Analyse physique

Matière sèche % mass MB 82,2 83,6 82,4

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	5700	2400	2900
Indice hydrocarbone C10-C40	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<10	<10	<10
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<10	<10	<10

Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)

Benzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Naphtalène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Fluorène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Anthracène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Fluoranthène (*)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Pyrène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Chrysène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Benzo(b)fluoranthène (*)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Benzo(k)fluoranthène (*)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Benzo(a)pyrène (*)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Indéno(123-cd)pyrène (*)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Benzo(ghi)pérylène (*)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Polychlorobiphényles (PCB)

PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-	-/-

Lixiviation

Masse totale de l'échantillon	g	75	68	62
Masse de la prise d'essai	g	21	20	20
Refus >4mm	g	59	42	48
pH		7,9 à 20,4°C	7,7 à 20,6°C	7,5 à 20,3°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	76	36	37



Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Rapport d'essai n°: ULY17-004268-1
Projet : IDFP161562/ARCUEIL/17/0045

St Quentin Fallavier, le 29.03.2017

N° d'échantillon 17-038681-01 17-038681-02 17-038681-03
Désignation d'échantillon Puiseux 1 Puiseux 2 Puiseux 3

Sur lixiviat filtré

Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	<100	160	<100
-----------------------------	----------	------	-----	------

Cations, anions et éléments non métalliques

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10	<10	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	17	<10	<10
Fluorures (F)	mg/l E/L	<1,0	<1,0	<1,0

Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	1,7	<1,4	2,7

Éléments

Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0	12	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	<50	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0	<3,0	<3,0
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5	<1,5	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0	32	8,0
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10	<10	<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0	<5,0	<5,0
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1	<0,1	<0,1

Fraction solubilisée

Éléments

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	0,12	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	0,32	0,08
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05	<0,05

Paramètres globaux / Indices

Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	17,0	<14,0	27,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1	<0,1

Cations, anions et éléments non métalliques

Sulfates (SO4)	mg/kg MS	170	<100	<100
Fluorures (F)	mg/kg MS	<10	<10	<10
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100	<100

Analyse physique

Fraction soluble	mg/kg MS	<1000	1600	<1000
------------------	----------	-------	------	-------



WESSLING

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

Rapport d'essai n° : ULY17-004268-1
Projet : IDFP161562/ARCUEIL/17/0045

St Quentin Fallavier, le 29.03.2017

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	17-038681-01	17-038681-02	17-038681-03
Date de réception :	13.03.2017	13.03.2017	13.03.2017
Désignation :	Puiseux 1	Puiseux 2	Puiseux 3
Type d'échantillon :	Sol	Sol	Sol
Date de prélèvement :	08.03.2017	08.03.2017	08.03.2017
Réceptient :	2*250VB	2*250VB	2*250VB
Température à réception (C°) :	6	6	6
Début des analyses :	13.03.2017	13.03.2017	13.03.2017
Fin des analyses :	24.03.2017	24.03.2017	24.03.2017



WESSLING

Rapport d'essai n° : ULY17-004268-1
Projet : IDFP161562/ARCUEIL/17/0045

Laboratoires WESSLING S.A.R.L.
Z.I. de Chesnes Tharabie · 40 rue du Ruisseau
BP 50705 · 38297 Saint-Quentin-Fallavier
Tél. +33 (0)4 74 99 96 20 · Fax +33 (0)4 74 99 96 37
labo@wessling.fr · www.wessling.fr

St Quentin Fallavier, le 29.03.2017

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	NF ISO 11465(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au fluorisil)	NF EN ISO 16703(A)	Wessling Lyon (F)
Benzène et aromatiques	Méth. interne BTXHS adaptée de NF EN ISO 22155(A)	Wessling Lyon (F)
PCB	Méth. interne HAP-PCB adaptée de NF ISO 10382(A)	Wessling Lyon (F)
HAP (16)	NF ISO 18287(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total sur mat. solide (combustion sèche)	NF ISO 10694(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne LIXI adaptée de NF EN 12457-2(A)	Wessling Lyon (F)
Lixiviation	Méth. interne LIXI adaptée de NF EN 12457-2(A)	Wessling Lyon (F)
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C	NF T90-029(A)	Wessling Lyon (F)
Fraction soluble	Calcul d'ap. résidu sec	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	NF EN 1484(A)	Wessling Lyon (F)
Carbone organique total (COT)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat	DIN EN ISO 14402(A)	Wessling Lyon (F)
Indice Phénol total	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)
Métaux sur lixiviat	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Mercure	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (filtration à 0,2 µ)	Méth. interne ION adaptée de NF EN ISO 10304-1(A)	Wessling Lyon (F)
Anions dissous (EN ISO 10304-1)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Sulfates (SO4)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (F)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (F)

Commentaires :

17-038681-02

Commentaires des résultats:

COT (E/L), Carbone organique total (COT): Seuil de quantification augmenté en raison de contaminations du blanc de lixiviation.

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Signataire Rédacteur

Estelle BOUVET

Responsable Service Clientèle

Signataire Technique

Anne-Christine WAYMEL

Responsable Qualité

WESSLING France S.A.R.L., 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

ANTEA GROUP
Madame Anne COLLIN
Antony Parc I
2 avenue du Général de Gaulle
92160 ANTONY

Rapport d'essai n° : ULY20-008366-1
Commande n° : ULY-06810-20
Interlocuteur : Y. Lafond
Téléphone : +33 474 990 554
eMail : y.lafond@wessling.fr
Date : 03.06.2020

Annexe 2

Analyse du fond géochimique des sols – Résultats des analyses des
prélèvements réalisés au droit des extensions (PM12, 13 et 15)
(10 pages)

Rapport d'essai

IDFP161562_Puiseux

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.
Les méthodes couvertes par l'accréditation NF EN ISO/CEI 17025 sont marquées d'un A au niveau de la norme.
Les résultats obtenus par ces méthodes sont accrédités sauf avis contraire en remarque.
Les portées d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire Wessling de Lyon (St Quentin Fallavier), COFRAC n°1-5578 du laboratoire Wessling de Paris (Villebon-sur Yvette) et COFRAC n°1-6579 du laboratoire Wessling de Lille (Croix) sont disponibles sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par les laboratoires Wessling FRANCE.
Les essais effectués par les laboratoires allemands sont accrédités par le DAKKS sous le numéro D-PL-14162-01-00 (www.dakks.de/).
Les essais effectués par le laboratoire hongrois de Budapest sont accrédités par le NAH sous le numéro NAH-1-1009 (www.nah.gov.hu).
Les essais effectués par le laboratoire polonais de Krakow sont accrédités par le PCA sous le numéro AB 918 (www.pca.gov.pl).
Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.
Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.
La conclusion ne tient pas compte des incertitudes (disponibles sur demande) et n'est pas couverte par l'accréditation.
Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

N° d'échantillon	Unité	20-076026-04 PM12
Analyse physique		
Matière sèche	% mass MB	81,8
Paramètres globaux / Indices		
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	41000
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)		
Benzène	mg/kg MS	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)		
Naphtalène	mg/kg MS	<0,05
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,05
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05
Anthracène	mg/kg MS	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05
Pyrène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05
Chrysène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,05
Benzo(ghi)peryène	mg/kg MS	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-
Polychlorobiphényles (PCB)		
PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

N° d'échantillon	Unité	20-076026-04 PM12
Lixiviation		
Masse totale de l'échantillon	g	91
Masse de la prise d'essai	g	20
Refus >4mm	g	75
pH		8,4 à 21,3°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	76
Sur lixiviat filtré		
Analyse physique		
Résidu sec après filtration	mg/l E/L	360
Cations, anions et éléments non métalliques		
Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10
Fluorures (F)	mg/l E/L	<1,0
Paramètres globaux / Indices		
Phénol (indice)	µg/l E/L	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	2,0
Éléments		
Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0
Mercuré (Hg)	µg/l E/L	<0,1
Fraction solubilisée		
Éléments		
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

N° d'échantillon	Unité	20-076026-04 PM12
Paramètres globaux / Indices		
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	20,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1
Cations, anions et éléments non métalliques		
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100
Fluorures (F)	mg/kg MS	<10
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100
Analyse physique		
Fraction soluble	mg/kg MS	3600

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

N° d'échantillon	Unité	20-076026-05 PM13	20-076026-06 PM15
Analyse physique			
Matière sèche	% mass MB	81,7	78,0
Paramètres globaux / Indices			
COT calculé d'ap. matière organique	mg/kg MS	24000	47000
Indice hydrocarbure C10-C40	mg/kg MS	<20	<20
Hydrocarbures > C10-C12	mg/kg MS	<20	<20
Hydrocarbures > C12-C16	mg/kg MS	<20	<20
Hydrocarbures > C16-C21	mg/kg MS	<20	<20
Hydrocarbures > C21-C35	mg/kg MS	<20	<20
Hydrocarbures > C35-C40	mg/kg MS	<20	<20
Benzène et aromatiques (CAV - BTEX)			
Benzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Toluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
m-, p-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
o-Xylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
m-, p-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Mésitylène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
o-Ethyltoluène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Pseudocumène	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Somme des CAV	mg/kg MS	-/-	-/-
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)			
Naphtalène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Acénaphylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Acénaphène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Fluorène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Phénanthrène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Anthracène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Pyrène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Chrysène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Indéno(123-cd)pyrène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Benzo(ghi)pérylène	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Somme des HAP	mg/kg MS	-/-	-/-
Polychlorobiphényles (PCB)			
PCB n° 28	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 52	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 101	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 118	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 138	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 153	mg/kg MS	<0,01	<0,01
PCB n° 180	mg/kg MS	<0,01	<0,01
Somme des 7 PCB	mg/kg MS	-/-	-/-

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

N° d'échantillon		20-076026-05	20-076026-06
Désignation d'échantillon	Unité	PM13	PM15
Lixiviation			
Masse totale de l'échantillon	g	78	89
Masse de la prise d'essai	g	21	21
Refus >4mm	g	55	63
pH		8,4 à 21,4°C	8,2 à 21,3°C
Conductivité [25°C]	µS/cm	67	91

Sur lixiviat filtré

Analyse physique

Résidu sec après filtration	mg/l E/L	350	160
-----------------------------	----------	-----	-----

Cations, anions et éléments non métalliques

Chlorures (Cl)	mg/l E/L	<10	<10
Sulfates (SO4)	mg/l E/L	<10	<10
Fluorures (F)	mg/l E/L	<1,0	1,6

Paramètres globaux / Indices

Phénol (indice)	µg/l E/L	<10	<10
Carbone organique total (COT)	mg/l E/L	2,8	2,6

Éléments

Chrome (Cr)	µg/l E/L	<5,0	<5,0
Nickel (Ni)	µg/l E/L	<10	<10
Cuivre (Cu)	µg/l E/L	<5,0	<5,0
Zinc (Zn)	µg/l E/L	<50	<50
Arsenic (As)	µg/l E/L	<3,0	<3,0
Sélénium (Se)	µg/l E/L	<10	<10
Cadmium (Cd)	µg/l E/L	<1,5	<1,5
Baryum (Ba)	µg/l E/L	<5,0	<5,0
Plomb (Pb)	µg/l E/L	<10	<10
Molybdène (Mo)	µg/l E/L	<10	<10
Antimoine (Sb)	µg/l E/L	<5,0	<5,0
Mercure (Hg)	µg/l E/L	<0,1	<0,1

Fraction solubilisée

Éléments

Mercure (Hg)	mg/kg MS	<0,001	<0,001
Chrome (Cr)	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Nickel (Ni)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	mg/kg MS	<0,5	<0,5
Arsenic (As)	mg/kg MS	<0,03	<0,03
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	<0,015	<0,015
Baryum (Ba)	mg/kg MS	<0,05	<0,05
Plomb (Pb)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,05	<0,05

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

N° d'échantillon		20-076026-05	20-076026-06
Désignation d'échantillon	Unité	PM13	PM15
Paramètres globaux / Indices			
Carbone organique total (COT)	mg/kg MS	28,0	26,0
Phénol (indice)	mg/kg MS	<0,1	<0,1
Cations, anions et éléments non métalliques			
Sulfates (SO4)	mg/kg MS	<100	<100
Fluorures (F)	mg/kg MS	<10	16
Chlorures (Cl)	mg/kg MS	<100	<100
Analyse physique			
Fraction soluble	mg/kg MS	3500	1600

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

Informations sur les échantillons

N° d'échantillon :	20-076026-04	20-076026-05
Date de réception :	20.05.2020	20.05.2020
Désignation :	PM12	PM13
Type d'échantillon :	Sol	Sol
Date de prélèvement :	18.05.2020	18.05.2020
Récipient :	2X250VB	2X250VB
Température à réception (C°) :	11	11
Début des analyses :	20.05.2020	20.05.2020
Fin des analyses :	03.06.2020	03.06.2020

N° d'échantillon :	20-076026-06
Date de réception :	20.05.2020
Désignation :	PM15
Type d'échantillon :	Sol
Date de prélèvement :	18.05.2020
Récipient :	2X250VB
Température à réception (C°) :	11
Début des analyses :	20.05.2020
Fin des analyses :	02.06.2020

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

Informations sur les méthodes d'analyses

Paramètre	Norme	Laboratoire
Matières sèches	NF ISO 11465(A)	Wessling Lyon (France)
Indice Hydrocarbures (C10-C40) (Agitation mécanique, purification au fluorisil)	NF EN ISO 16703(A)	Wessling Lyon (France)
Benzène et aromatiques	Méth. interne: "BTXHS NF EN ISO 11423-1 / NF EN ISO 22155"(A)	Wessling Lyon (France)
PCB	Méth. interne : "HAP-PCB NF EN ISO 6468 / NF ISO 18287 / NF T 90-115/ NF ISO 10382"(A)	Wessling Lyon (France)
HAP (16)	NF ISO 18287(A)	Wessling Lyon (France)
Lixiviation	Méth. interne : "LIXI NF EN 12457-2 "(A)	Wessling Lyon (France)
pH / Conductivité	NF T 90-008 / NF EN 27888(A)	Wessling Lyon (France)
Résidu sec après filtration à 105+/-5°C	NF T90-029(A)	Wessling Lyon (France)
Fraction soluble	Calcul d'ap. résidu sec	Wessling Lyon (France)
Carbone organique total (COT)	NF EN 1484(A)	Wessling Lyon (France)
Carbone organique total (COT)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (France)
Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat	DIN EN ISO 14402 (1999-12)(A)	Wessling Lyon (France)
Indice Phénol total	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (France)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (France)
Métaux sur lixiviat	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (France)
Mercuré	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (France)
Anions dissous (filtration à 0,2 µ)	Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1"(A)	Wessling Lyon (France)
Anions dissous (EN ISO 10304-1)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (France)
Sulfates (SO4)	(calculé d'éluat à solide (1:10))	Wessling Lyon (France)
Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS)	NF EN ISO 17294-2(A)	Wessling Lyon (France)
COT (Carbone Organique Total) calculé d'après matière organique	Méth. interne d'ap NF EN 13039	Wessling Lyon (France)

St Quentin Fallavier, le 03.06.2020

Informations sur les méthodes d'analyses

Commentaires :

Lixiviation : La prise d'essai effectuée sur l'échantillon brut en vue de la lixiviation est réalisée au carottier sans quartage préalable. La quantité de prise d'essai effectuée sur l'échantillon est de 20 g après homogénéisation, séchage et broyage en respectant le ratio 1/10

20-076026-01

Commentaires des résultats:

Résidu sec ap. filtr. (E/L), Résidu sec après filtration: Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice. Valable pour tous les échantillons de la série.

20-076026-06

Commentaires des résultats:

Résidu sec ap. filtr. (E/L), Résidu sec après filtration: Valeurs significativement différentes entre le résidu sec et la conductivité dû à la nature chimique de la matrice. Valable pour tous les échantillons de la série.

Les seuils de quantification fournis n'ont pas été recalculés d'après la matière sèche de l'échantillon.

Les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice.

Compte tenu du dépassement de la température de réception des échantillons par rapport à l'exigence de 8°C, les résultats sont rendus avec des réserves.

Signataire Rédacteur

Yann LAFOND

Chargé de Clientèle



Signataire Approbateur

Audrey GOUTAGNIEUX

Directrice



Annexe 3

Analyse du fond géochimique des eaux – Résultats des analyses des
prélèvements réalisés au droit du forage 01534X0049/F
(6 pages)

N° rapport d'essai ULY20-021792-1
N° commande ULY-19254-20
Interlocuteur (interne) Y. Lafond
Téléphone +33 474 990 554
Courrier électronique y.lafond@wessling.fr
Date 10.11.2020

Rapport d'essai

IDFP161562 - Puiseux-en-France



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire WESSLING de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires WESSLING.

Les laboratoires WESSLING autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.

Le 10.11.2020

N° d'échantillon 20-175450-01
Désignation d'échantillon Unité BSS000LJMF

Analyse physique

Conductivité électrique sur eau / lixiviat - NF EN 27888 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Conductivité [25°C]	µS/cm E/L	940 (#)		
---------------------	-----------	---------	--	--

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

pH - NF EN ISO 10523 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

pH	E/L	7,2 (#)		
Température de mesure du pH	°C E/L	19,8		

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Oxygène dissous - EN 25814 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Oxygène dissous	mg/l E/L	9,6		
-----------------	----------	-----	--	--

Paramètres globaux / Indices

Indice hydrocarbures (GC) sur eau / lixiviat (HCT) - NF EN ISO 9377-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Indice hydrocarbure C10-C40 (A)	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C10-C12	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C12-C16	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C16-C21	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C21-C35	mg/l E/L	<0,05		
Hydrocarbures > C35-C40	mg/l E/L	<0,05		

ST-DCO - ISO 15705 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Demande chimique en oxygène (DCO) homogénéisé (A)	mg/l E/L	<10		
---	----------	-----	--	--

Demande biologique en oxygène (DBO) avec ATH, homogén. - NF EN 1899-1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Demande biologique en oxygène sous 5 jours (DBO5) homogénéisé avec ATH	mg/l E/L	<3,0 (#)		
--	----------	----------	--	--

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

Le 10.11.2020

N° d'échantillon 20-175450-01
Désignation d'échantillon Unité BSS000LJMF

Cations, anions et éléments non métalliques

Alcalinité TA,TAC (Calcul) - NF EN ISO 9963 1 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Hydrogencarbonates (HCO3) (A)	mg/l E/L	420		
Carbonate (CO3) (A)	mg/l E/L	<10		

Anions dissous (filtration à 0,2 µm) - Méth. interne : "ANIONS NF EN ISO 10304-1" - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Chlorures (Cl) (A)	mg/l E/L	52		
Nitrates (NO3) (A)	mg/l E/L	25		
Nitrates (NO3-N)	mg/l E/L	5,6		
Sulfates (SO4) (A)	mg/l E/L	81		
Nitrites (NO2) (A)	mg/l E/L	<0,05		
Nitrites (NO2-N)	mg/l E/L	<0,015		

Ammonium (NH4) - NF EN ISO 11732 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Ammonium (NH4) (A)	mg/l E/L	<0,1		
Azote ammoniacal (NH4-N)	mg/l E/L	<0,078		

Azote (Kjeldahl) sur eau / lixiviat (conservation à 3°C+-2°C) - NF EN 25663 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Azote Kjeldahl (NTK) (A)	mg/l E/L	<2,0		
--------------------------	----------	------	--	--

Azote total (calc.) - DIN 38409 H12 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Azote total	mg/l E/L	5,6		
-------------	----------	-----	--	--

Phénol total (indice) après distillation sur eau / lixiviat - NF EN ISO 14402 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Phénol (indice) après distillation (A)	mg/l E/L	<0,01		
--	----------	-------	--	--

Fluorures - NFT 90-004 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Fluorures (F) (A)	mg/l E/L	0,39		
-------------------	----------	------	--	--

Le 10.11.2020

N° d'échantillon 20-175450-01
Désignation d'échantillon Unité BSS000LJMF

Eléments

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294 2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Sodium (Na) (A)	mg/l E/L	11		
Magnésium (Mg) (A)	mg/l E/L	17		
Aluminium (Al) (A)	µg/l E/L	<30		
Phosphore (P) (A)	µg/l E/L	<150		
Potassium (K) (A)	mg/l E/L	1,5		
Calcium (Ca) (A)	mg/l E/L	150		
Chrome (Cr) total (A)	µg/l E/L	<5,0		
Manganèse (Mn) (A)	µg/l E/L	<5,0		
Nickel (Ni) (A)	µg/l E/L	<10		
Cuivre (Cu) (A)	µg/l E/L	<5,0		
Zinc (Zn) (A)	µg/l E/L	<50		
Arsenic (As) (A)	µg/l E/L	<3,0		
Sélénium (Se) (A)	µg/l E/L	<10		
Cadmium (Cd) (A)	µg/l E/L	<1,5		
Baryum (Ba) (A)	µg/l E/L	230		
Plomb (Pb) (A)	µg/l E/L	<10		
Molybdène (Mo) (A)	µg/l E/L	<10		
Antimoine (Sb) (A)	µg/l E/L	<5,0		

Métaux sur eau / lixiviat (ICP-MS) - NF EN ISO 17294-2 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

Mercure (Hg) (A)	µg/l E/L	<0,1		
Fer (Fe) (A)	mg/l E/L	<0,05		

Analyse physico-chimique

MES (Filtre Munktell GF047C) - NF EN 872 - Réalisé par WESSLING Lyon (France)

MES	mg/l E/L	<2,0 (#)		
-----	----------	----------	--	--

Nomenclature :

: L'absence d'accréditation provient du délai de mise en analyse par rapport au prélèvement supérieur aux exigences normatives.

E/L : Eau/lixiviat

Le 10.11.2020

N° d'échantillon **20-175450-01**
Désignation d'échantillon **BSS000LJMF** Unité

Informations sur les échantillons

Date de réception :	03.11.2020		
Type d'échantillon :	Eau souterraine		
Date de prélèvement :	30.10.2020		
Récipient :	2*500ml PE WES005+250ml V/H2SO4 WES203+100ml PE/HNO3 WES113+100ml V/NaOH WES110+2*100ml PE WES100+60ml PE/HNO3 WES112+3*60ml PE/H2SO4 WES111+6*60ml PE WES101		
Température à réception (C°) :	6.7		
Début des analyses :	03.11.2020		
Fin des analyses :	10.11.2020		
Préleveur :	EL / FXC		

Le 10.11.2020

Commentaires sur vos résultats d'analyse :

Pour parfaire la lecture de vos résultats, les seuils sont susceptibles d'être augmentés en fonction de la nature chimique de la matrice. Les métaux réalisés après minéralisation sont les éléments totaux. Sans minéralisation, il s'agit des éléments dissous.

20-175450-01

Commentaires des résultats:

Métaux (E/L), Calcium (Ca): Résultat hors champ d'accréditation car situé hors du domaine de calibration

MES E/L, MES: Résultat sous réserve : Valeur de MES approximative en raison du Résidu Sec inférieur à 2 mg

DBO2-3-5-10 (E/L), DBO5+ATH (homogénéisé): Stabilisation de l'échantillon par congélation avant analyse.

Signataire rédacteur :

Yann LAFOND

Chargé de Clientèle



Signataire approuvateur :

Sabrina SLIMANI

Responsable Adjointe du Laboratoire Environnement







Siège social

40, rue Moreau Duchesne
77910 Varreddes

 01 64 33 18 29



Bureau de Coulommiers

87, Avenue Jehan de Brié
77120 Coulommiers

 01 64 03 02 05



Bureau de La Ferté-sous-Jouarre

64, rue Pierre Marx
77260 La Ferté-sous-Jouarre

 01 60 22 02 38



Bureau de Crépy-en-Valois

2, bis rue Louis Armand
60800 Crépy-en-Valois

 03 44 59 10 81

environnement@cabinet-greuzat.com
<http://www.cabinet-greuzat.com>

