



SUEZ Consulting

Projet industriel de recyclage et valorisation énergétique sur le site SUEZ de Gueltas (56)

Interprétation de l'état des milieux et évaluation des risques sanitaires

Références : Rapport n° 2023.047

Version : V6 – avril 2024

SUEZ Aria Technologies

Siège social - Parc de L'Île - 15/27 Rue du Port – 92000 Nanterre Cedex – France - Courriel : info@aria.fr - <http://www.aria.fr>
S.A.S. au capital de 4 779 981 euros - SIRET 379 180 474 00064 – RCS Nanterre B 379 180 474 - Code APE 6201Z – TVA FR27 379 180 474

Référence du projet :

Titre	Projet industriel de recyclage et valorisation énergétique sur le site SUEZ de Gueltas (56) – Interprétation de l'état des milieux et évaluation des risques sanitaires
N° rapport	23.047
N° projet	22.356
Sous-traitants	-

Intervenants :

Rédacteur(s)	Claire DUPUIS – Cheffe de Projet Qualité de l'Air
Relecteur	Alisson GODART - Cheffe de Projet Qualité de l'Air
Référent	Anne-Sophie SAFFRE - Cheffe de Projet – Responsable de pôle Diagnostics industries

Révisions du document :

Version	Date	Modifications
1	16/06/2023	Version initiale
2	21/07/2023	Correction suite aux remarques du Client
3	30/08/2023	Mise à jour de l'ERS suite aux modifications des données d'entrée
4	01/09/2023	Correction suite aux remarques de SUEZ Consulting
5	07/09/2023	Correction suite aux remarques du Client
6	30/04/2024	Prise en compte des remarques de la DREAL

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'ETUDE	11
2. DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET	12
3. INVENTAIRE DES EMISSIONS	13
3.1 Recensement des sources d'émission et des substances émises	13
3.1.1 Pôle énergie	13
3.1.2 Pôle organique.....	14
3.1.3 Pôle stockage	18
3.1.4 Centre de tri des déchets d'activités économiques	20
3.1.5 Circulation des camions et engins sur le site.....	20
3.1.6 Résumé des différentes sources d'émissions.....	21
3.2 Rejets dans l'air	21
3.2.1 Pôle énergie	21
3.2.2 Pôle organique.....	23
3.2.3 Pôle stockage	28
3.2.4 Émissions liées aux engins d'exploitation.....	36
3.2.5 Émissions liées à la circulation des camions.....	39
3.2.6 Bilan des émissions atmosphériques.....	43
3.2.1 Risques bactériologiques	45
3.3 Rejets dans l'Eau	45
3.3.1 Les lixiviats	45
3.3.2 Les eaux de ruissellement	46
4. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION	48
4.1 Aire d'étude.....	48
4.2 Populations	49
4.2.1 Population générale	49
4.2.2 Localisation des zones habitées et densité de population	51
4.2.3 Populations sensibles	52
4.3 Réseau hydrographique	53
4.4 Usages autour du site.....	55
4.4.1 Occupation des sols	55
4.4.2 Usages agricoles	56
4.4.3 Activités de loisirs	57
4.4.4 Recensement des points d'eau.....	58
4.5 Météorologie.....	59
4.5.1 Données météorologiques	59
4.5.2 Analyse météorologique.....	59
4.6 Qualité de l'air	64
4.6.1 Réglementation de la qualité de l'air en France.....	64
4.6.2 Bilan de la qualité de l'air régionale	68
4.6.3 Qualité de l'air sur la zone d'étude	68
4.7 Schéma conceptuel d'exposition	74
5. CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE.....	77

5.1	Substances d'intérêt	77
5.2	Identification des dangers	77
5.3	Étude des relations dose-réponse	79
5.3.1	Définitions	79
5.3.2	Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	79
5.3.3	Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	80
5.4	Choix des traceurs de risque	85
6.	ETUDE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE	87
6.1	Données d'entrée	87
6.1.1	Domaine d'étude	87
6.1.2	Topographie	88
6.1.3	Météorologie	89
6.1.4	Émissions	89
6.2	Détermination des concentrations dans l'air et des dépôts au sol	90
6.2.1	Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages	90
6.2.2	Présentation des résultats	92
6.2.3	Réglementation de la qualité de l'air	94
6.2.4	Concentrations en moyenne annuelle	95
6.2.5	Dépôts au sol	100
7.	INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM)	103
7.1	Méthodologie	103
7.1.1	Campagne de mesure in situ	105
7.1.2	État du milieu Air	107
7.1.3	État du milieu Sol	111
7.2	Conclusion sur l'Interprétation de l'État des Milieux	116
8.	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES LIES AUX REJETS ATMOSPHERIQUES	117
8.1	Évaluation de l'exposition humaine	117
8.1.1	Scénarios d'exposition retenus	117
8.1.2	Exposition par inhalation	119
8.1.3	Exposition par ingestion	120
8.2	Caractérisation des risques	123
8.2.1	Méthodologie	123
8.2.2	Évaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil	125
8.2.3	Évaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil	127
8.2.4	Cas particulier des PM2,5	129
9.	INCERTITUDES	130
9.1	Incertitudes relatives à la modélisation atmosphérique	130
9.1.1	Incertitudes liées au modèle : validation du modèle ARIA Impact	130
9.1.2	Incertitudes liées aux données d'entrée	131
9.2	Incertitudes relatives à l'évaluation des risques sanitaires	132
9.2.1	Facteurs de sous-estimation des risques	132
9.2.2	Facteurs de surestimation des risques	132
9.2.3	Facteurs dont le sens d'influence sur les résultats n'est pas connu ou est variable	133
10.	SYNTHESE DE L'ETUDE	134

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : déchets réceptionnés pour l'activité compostage (en tonnes/an)	14
Tableau 2 : déchets de bois valorisés (en tonnes/an)	14
Tableau 3 : substances émises sur les sites de compostage (Sources : ASTEE, ADEME)	15
Tableau 4 : substances retenues par l'ASTEE pour les sites de compostage (ASTEE, 2006)	17
Tableau 5 : substances surveillées pour chacune des sources canalisées des unités de valorisation et de destruction du biogaz	19
Tableau 6 : sources d'émissions recensées sur le site	21
Tableau 7 : caractéristiques des rejets canalisés de la chaudière HPCI	22
Tableau 8 : Valeurs Limites à l'Émission applicables aux installations d'incinération de déchets.....	22
Tableau 9 : flux d'émission de la chaudière HPCI.....	23
Tableau 10 : estimation des poussières liées aux déchargements de déchets entrants pour l'activité de broyage et de compostage	24
Tableau 11 : facteurs d'émission et flux d'émission annuels pour les broyeurs	24
Tableau 12 : concentrations de poussières sur des sites de compostage - bibliographie	25
Tableau 13 : synthèse des données collectées pour les andains de compostage	26
Tableau 14 : caractéristiques des andains de zones de fermentation, maturation et compost	27
Tableau 15: flux émis au niveau des zones de fermentation, maturation et compost (t/an)	28
Tableau 16 : caractéristiques de la zone de stockage de déchets non dangereux	30
Tableau 17 : concentrations dans le biogaz	30
Tableau 18 : flux de polluants au niveau de la zone de stockage (émissions diffuses de biogaz)	30
Tableau 19 : flux de poussières générés par le déversement des déchets.....	31
Tableau 20 : caractéristiques des rejets canalisés de l'unité de valorisation du biogaz.....	32
Tableau 21 : concentration en sortie des sources canalisées de l'unité de valorisation du biogaz.....	33
Tableau 22 : flux de polluants en sortie des sources canalisées de l'unité de valorisation du biogaz ..	35
Tableau 23 : flux d'émission au niveau des bassins de lixiviats	36
Tableau 24 : facteurs d'émission liés aux engins d'exploitation	37
Tableau 25 : caractéristiques des engins sur le site	38
Tableau 26 : émissions liées aux engins	39
Tableau 27 : données pour le calcul des émissions liées aux véhicules circulant sur le site	40
Tableau 28 : émissions liées aux gaz d'échappement des véhicules circulant sur le site.....	41
Tableau 29 : nombre de jours de pluie supérieure ou égale à 0,254 mm	42
Tableau 30 : émissions liées aux envols de poussières au passage des camions	43
Tableau 31 : bilan des émissions dans l'air (en tonnes/an)	44
Tableau 32 : Paramètres et fréquences d'analyses des eaux de ruissellement internes	47
Tableau 33 : données de population (Source : Insee, Recensements de la population, mis en ligne le 01/01/2022)	50
Tableau 34 : population par classe d'âge (Source(s) : Insee, Recensements de la population, Mise en ligne le 01/01/2022).....	50
Tableau 35 : établissements et installations recensant des populations sensibles	52
Tableau 36 : recensement agricole 2020 (recensement le plus récent disponible)	57

Tableau 37 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues	60
Tableau 38 : statistiques relatives à la pluviométrie - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans).....	62
Tableau 39 : statistiques relatives à la température de l'air - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans)....	63
Tableau 40 : valeur réglementaire française relative à la qualité de l'air	65
Tableau 41 : concentrations moyennes annuelles mesurées au niveau de la station Air Breizh Kergoff	68
Tableau 42 : composés émis dans l'air par les installations du site	77
Tableau 43 : classifications CIRC et US-EPA pour les effets cancérigènes	78
Tableau 44 : identification des dangers par substance dans l'air	78
Tableau 45 : valeurs guides	82
Tableau 46 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil	82
Tableau 47 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil	84
Tableau 48 : classement des traceurs de risque suivant le ratio flux/VTR.....	85
Tableau 49 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des substances étudiées.....	91
Tableau 50 : points cibles retenus.....	93
Tableau 51 : réglementation en vigueur en France pour la santé humaine	94
Tableau 52 : concentrations en moyenne annuelle (1/2)	97
Tableau 53 : concentrations en moyenne annuelle (2/2)	98
Tableau 54 : dépôts totaux au sol moyens annuels	101
Tableau 55 : synthèse des substances mesurées.....	105
Tableau 56 : résultats des mesures d'air ambiant	107
Tableau 57 : comparaison avec l'environnement local témoin du milieu « Air » pour les substances d'intérêt	108
Tableau 58 : synthèse des valeurs réglementaires pour l'air ambiant	108
Tableau 59 : comparaison avec les valeurs réglementaires du milieu « Air »	109
Tableau 60 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil par inhalation	109
Tableau 61 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil par inhalation	109
Tableau 62 : grille de calcul IEM – milieu Air.....	110
Tableau 63 : compatibilité avec les usages pour le milieu Air	110
Tableau 64 : concentrations mesurées dans les sols	111
Tableau 65 : comparaison avec l'environnement local témoin du milieu « Sol ».....	112
Tableau 66 : Teneurs totales en élément traces dans les sols - Gamme de valeurs « ordinaires » et d'anomalies naturelles (données ASPITET, INRA).....	113
Tableau 67 : Teneurs dans les sols en HAPs et PCDD/F (Données RMQS, source INRA INFOSOL)	113
Tableau 68 : comparaison avec les valeurs de gestion pour le milieu Sol	113
Tableau 69 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil par ingestion.....	114
Tableau 70 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil par ingestion.....	114
Tableau 71 : grille de calcul IEM – milieu Sol – valeurs mesurées maximales	115
Tableau 72 : compatibilité avec les usages pour le milieu Sols.....	115

Tableau 73 : récapitulatif du scénario retenu	117
Tableau 74 : concentrations et dépôts retenus pour le scénario d'exposition retenu.....	118
Tableau 75 : concentrations moyennes inhalées (CI)	119
Tableau 76 : paramètres relatifs aux différentes catégories d'âge (données INERIS)	122
Tableau 77 : fraction d'aliments auto-produits dans la zone d'étude (données INERIS)	123
Tableau 78 : dose Journalière d'Exposition totale pour chaque tranche d'âge – scénario habitant majorant.....	123
Tableau 79 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation.....	125
Tableau 80 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par ingestion	126
Tableau 81 : excès de risque individuel pour les traceurs du risque sans seuil par inhalation.....	127
Tableau 82 : excès de risque individuel pour les traceurs du risque sans seuil par ingestion	128
Tableau 83 : excès de risque individuel calculé pour les PM2,5	129
Tableau 84 : facteurs relatifs aux végétaux.....	189
Tableau 85 : facteurs de bioconcentration air/plante (Bv exprimés par rapport à la plante fraîche) .	189
Tableau 86 : paramètres physico-chimiques.....	190
Tableau 87 : facteurs de bioconcentration sol/plante (Br exprimés par rapport à la plante fraîche) .	191
Tableau 88 : coefficient de bio-transfert dans les produits animaux (Ba exprimés par rapport à la masse fraîche de produit)	192

FIGURES

Figure 1 : projet extension ISDND	29
Figure 2 : trajets empruntés par les véhicules sur le site	40
Figure 3 : schéma de principe de fonctionnement de l'unité de traitement des lixiviats	46
Figure 4 : carte de l'aire d'étude	48
Figure 5 : communes présentes sur le domaine d'étude.....	49
Figure 6 : localisation des zones habitées et densité de population par maille de 200 mètres par 200 mètres (source : INSEE 2016).....	51
Figure 7 : localisation des établissements recevant des populations sensibles	53
Figure 8 : réseau hydrographique (BD TOPO® Hydrographie, IGN)	54
Figure 9 : occupation du sol (données CORINE Land Cover 2018).....	55
Figure 10 : culture majoritaire sur chaque îlot de culture (données RPG 2020)	56
Figure 11 : parcours de pêche (source : https://www.parcours-de-peche-morbihan.fr/)	58
Figure 12 : rose des vents générale – Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans).....	60
Figure 13 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans).....	61
Figure 14 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans) .	62
Figure 15 : variation moyenne mensuelle de la température - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans) .	63
Figure 16 : carte de concentrations moyennes annuelles en NO ₂ – année 2021 (source : Air Breizh) .	69
Figure 17 : carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2021 (source : Air Breizh)	70
Figure 18 : carte de concentrations moyennes annuelles en PM2,5 – année 2021 (source : Air Breizh)	71
Figure 19 : carte de concentrations moyennes annuelles en benzène– année 2021 (source : Air Breizh)	72

Figure 20 : carte de concentrations moyennes annuelles en SO ₂ – année 2021 (source : Air Breizh)...	73
Figure 21 : schéma conceptuel d'exposition autour du projet	76
Figure 22 : logigramme pour le choix des VTR (DGS)	80
Figure 23 : carte du domaine d'étude	87
Figure 24 : topographie du domaine d'étude (source : IGN)	88
Figure 25 : rose des vents générale – Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans).....	89
Figure 26 : méthodologie du logiciel ARIA Impact	90
Figure 27 : localisation des points cibles	93
Figure 28 : carte de concentration en moyenne annuelle en PM10.....	99
Figure 29 : carte de dépôts en poussières (PM10).....	102
Figure 30 : étapes et critères de l'IEM (guide INERIS août 2013).....	103
Figure 31 : localisation des points de mesures	106
Figure 32 : conditions de vents pendant la campagne de mesures (Source : Rincent Air).....	107
Figure 33 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS – risques chroniques	120
Figure 34 : quotients de danger par traceur du risque à seuil	127
Figure 35 : excès de risque individuel pour les traceurs du risque sans seuil.....	128
Figure 36 : contamination des végétaux (EPA, 1998)	188

GLOSSAIRE

AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
MTD	Meilleurs Techniques Disponibles
COVt	Composés Organiques Volatils totaux
COVNM	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
µg	Microgrammes = 10 ⁻⁶ g
CI	Concentration Inhalée
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
DGS	Direction Générale de la Santé
DV	Déchets verts
ERI	Excès de Risque Individuel
ERU	Excès de Risque Unitaire
FFOM	Fraction fermentescible des ordures ménagères
GNR	Gazole Non Routier
INERIS	Institut National de l'Environnement et des RISques
InVS	Institut de Veille Sanitaire
ISDND	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux
ng	Nanogrammes = 10 ⁻⁹ g
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote assimilés au NO ₂
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PM ₁₀	Poussières de diamètre inférieur à 10 µm
PM _{2,5}	Poussières de diamètre inférieur à 2,5 µm
NO _x	Oxydes d'azote
QD	Quotient de Danger
RIVM	Rijksinstituut Voor Volksgezondheid (Institut National de Santé Publique et de l'Environnement des Pays-Bas)
SO ₂	Dioxyde de soufre
US-EPA	United State Environment Protection Agency
VLE	Valeur Limite à l' Emission
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

1. CADRE DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de la réalisation du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) lié au projet industriel de recyclage et valorisation énergétique et à la poursuite de l'exploitation de l'ISDND de Gueltas (56), une interprétation de l'état des milieux et une évaluation des risques sanitaires a été réalisée à la demande de SUEZ Consulting.

L'évaluation des risques sanitaires est menée en application de la circulaire DGPR & DGS du 9 août 2013 et conformément au guide « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013 et sa deuxième édition de septembre 2021. La démarche intégrée se déroule en quatre étapes :

1. Évaluation des émissions des installations : recensement des sources d'émission et quantification des émissions ;
2. Évaluation des enjeux et des voies d'exposition : schéma conceptuel décrivant les relations entre les sources de polluants, les milieux et vecteurs de transfert, les usages et les populations exposées ;
3. Évaluation de l'état des milieux : état actuel des milieux potentiellement impactés et dégradation attribuable à l'installation ;
4. Évaluation prospective des risques sanitaires : estimation des risques attribuables aux émissions du projet pour les populations autour de l'installation.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la réglementation, en vigueur au moment de la réalisation du dossier.

La responsabilité d'ARIA Technologies ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été fournies sont incomplètes ou erronées.

Sauf mention contraire, les cartographies de ce document ont été réalisées par ARIA Technologies.

2. DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

Le site de Gueltas est situé sur la commune de Gueltas dans le département du Morbihan (56), tout comme l'extension future du site.

Le site, actuellement exploité par la société Suez RV Ouest, couvre une surface de 93,9 ha dont plus de la moitié (57,6 ha) est dédiée à une Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), divisée en Zone 1 et Zone 2 et d'une capacité maximale fixée à 195 000 tonnes par an. L'Arrêté Préfectoral du 20 novembre 2013 autorise l'exploitation de cette installation jusqu'en mars 2027. Le site comprend également d'autres activités liées au traitement des déchets :

- Une unité de valorisation du biogaz ;
- Une unité de traitement des lixiviats ;
- Une plate-forme de valorisation des déchets, comprenant un Tri Mécano Biologique (TMB), un compostage de boues et de déchets verts ainsi qu'une plateforme bois ;
- Le Centre de tri de Déchets d'Activité Économique (DAE).

À noter que la déchetterie de Pontivy Communauté n'est pas incluse dans le périmètre ICPE du site.

Après la fin de l'exploitation de l'ISDND actuelle, en mars 2027, Suez RV Ouest souhaite poursuivre cette activité sur le site de Gueltas. En plus de l'extension de l'ISDND à hauteur de 100 000 tonnes par an, il propose la création d'un pôle multi-filières de valorisation matière—énergie comprenant les activités suivantes :

- Un pôle « organique », dédié au traitement des biodéchets (installation d'un biodéconditionneur) ;
- Un pôle matière, dédié à la préparation de combustibles de type Haut Pouvoir Calorique Inférieur (HPCI) d'une capacité de 80 000 tonnes par an ;
- Un pôle énergie avec l'installation d'une chaudière HPCI permettant la production d'électricité d'une capacité de 150 000 tonnes par an et d'une IME (Installation de Maturation et d'Élaboration) des mâchefers.

Les autres installations présentes sur le site seront conservées, hormis le compostage de boues et l'activité de tri mécano biologique.

La présente étude porte sur la globalité du projet du site de Gueltas comprenant l'activité principale de stockage ainsi que les activités connexes.

3. INVENTAIRE DES EMISSIONS

3.1 RECENSEMENT DES SOURCES D'EMISSION ET DES SUBSTANCES EMISES

Les différentes sources recensées sur le site sont présentées ci-dessous pour chacune des activités envisagées dans le cadre du projet.

3.1.1 Pôle énergie

3.1.1.1 Chaudière HPCI

Le projet de pôle énergie est composé d'une chaufferie à Haut Pouvoir Calorifique Inférieur (HPCI), équipé d'une chaudière qui permettra de valoriser 120 000 à 150 000 tonnes de déchets par an en électricité (production estimée à 136 GWh/an).

Les émissions atmosphériques de la chaudière sont basées sur les Meilleurs Techniques Disponibles (MTD) décrites dans l'Arrêté du 12 janvier 2021 et applicables aux installations d'incinération de déchets. Des Valeurs Limites à l'Émission (VLE) sont disponibles pour les substances ci-dessous :

- Poussières ;
- Composés Organiques Volatils totaux (COVt) ;
- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Acide chlorhydrique (HCl) ;
- Acide fluorhydrique (HF) ;
- Dioxyde de soufre (SO₂) ;
- Oxydes d'azote (NOx) ;
- Ammoniac (NH₃) ;
- Métaux lourds : cadmium, thallium, antimoine, arsenic, plomb, chrome, cobalt, cuivre, manganèse, nickel, vanadium et mercure ;
- Dioxines : PCDD/PCDF

En plus des émissions directes de la chaudière, il faut également prendre en compte les émissions atmosphériques induites par le broyage de Bois B, utilisé comme combustible.

3.1.1.2 Nouvelle plateforme de maturation et élaboration de mâchefers

Le projet prévoit l'implantation d'une plateforme de maturation de mâchefers (résidus de l'incinération des déchets) qui devrait traiter 25 000 à 40 000 t/an de mâchefers.

Cette plateforme sera implantée au niveau du bâtiment de maturation du Tri Mécano Biologique, activité arrêtée. Les déchets seront envoyés dans un cribleur, après séparation entre parties ferreuses et non ferreuses, et seront ensuite disposés en tas pour maturation. Une partie sera située dans un bâtiment fermé et l'autre partie sur une plateforme extérieure. Les déchets situés sur cette plateforme seront régulièrement arrosés. Le processus de maturation des mâchefers nécessite un maintien d'un taux d'humidité. De ce fait, en conditions normales d'exploitation, SUEZ prendra soin de maintenir ce taux d'humidité directement via l'eau de pluie, ou en réarrosant les tas de mâchefers avec l'eau pluviale collectée sur la plateforme. En cas de sécheresse exceptionnelle, et en considérant une réserve d'eau pluviale « à sec », l'arrosage des tas serait effectué avec de l'eau de ville, uniquement de façon « surfacique », afin de garantir l'absence d'envols, et afin de limiter au maximum la consommation d'eau.

Le taux d'humidité nécessaire à la maturation ne serait pas alors considéré comme prioritaire au profit d'un effort spécifique relatifs aux économies d'eau tout en garantissant la qualité de l'air environnant.

C'est pourquoi les émissions atmosphériques liées à cette activité seront donc limitées et négligeables par rapport aux autres sources du site.

Pour cette activité, seules les émissions atmosphériques liées au trafic de camions et engins seront prises en compte (cf. paragraphe 2.1.11).

3.1.2 Pôle organique

3.1.2.1 Activités de broyage - compostage des déchets verts et de bois

L'activité de broyage est réalisée par un broyeur mobile, en extérieur. Le bois ainsi broyé, sera valorisé de deux façon différente en fonction de sa typologie :

- Bois A : utilisé comme co-structurant dans le processus de compostage ;
- Bois B : utilisé comme combustible dans la chaudière HPCI.

Le projet prévoit la réception de 1 000 tonnes de déchets verts par an.

L'activité de compostage se déroule en extérieur. Les andains de compost sont régulièrement retournés par un engin d'exploitation. Le tableau suivant présente les tonnages de déchets reçus par le site entre 2016 et 2022.

Tableau 1 : déchets réceptionnés pour l'activité compostage (en tonnes/an)

Type de déchets	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boues	8 944	6 136	0	5	0	0	0
Déchets verts	673	568	484	315	370	474	302
Bois	3 801	3 379	2 911	3 187	2 060	2 718	2 823
Total	13 418	10 083	3 395	3 507	2 430	3 192	3 125

Le Tableau 2 présente les quantités de bois valorisées par le site en fonction de sa typologie entre 2016 et 2022.

Tableau 2 : déchets de bois valorisés (en tonnes/an)

Type de déchets	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Bois A	226	226	288	92	0	0	460
Bois B	2 287	3 393	3 367	3 493	3 040	3 223	2 089
Total	2 513	3 619	3 655	3 585	3 040	3 223	2 549

Les valeurs de concentrations des substances émises par l'activité de compostage sont issues de deux sources bibliographiques. Ces guides proposent une liste de traceurs de risques et de calcul de flux d'émission basés sur des campagnes de mesures réalisées sur différents sites de compostage.

Aucune nouvelle donnée sur des sites analogues à celui de Gueltas n'était disponible. Par mesure de précaution, nous avons choisi de nous baser sur les références proposées par des organismes reconnus tels que l'ASTEE et l'ADEME. à savoir :

- « Guide pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation », ASTEE, juin 2006 ;
- « Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets, Bilan des connaissances », ADEME, 2005.

Ces deux documents mentionnent un grand nombre de composés pouvant être émis par les sites de compostage. Le Tableau 3 reprend les principaux composés recensés par l'ASTEE et l'étude de l'ADEME émis pour chacune des sources d'émissions du site de compostage.

Tableau 3 : substances émises sur les sites de compostage (Sources : ASTEE, ADEME)

Composés	Trafic des camions	Zone de fermentation	Zone de maturation	Broyage/Criblage
1,2-dichloroéthane		X	X	
Acénaphène				X
Acétaldéhyde		X	X	
Acétone	X		X	
Ammoniac		X	X	
Anthracène				X
Benzène	X	X	X	X
Benzo(a) pyrène				X
Benzo(a)anthracène				X
Benzo(b)fluoranthène				X
Benzo(g,h,i) perylène				X
Benzo(k)fluoranthène				X
Buthylbenzène normal			X	
Cadmium	X			
Camphène			X	
Carène			X	
Chlorure de méthylène			X	
Chrome	X			
Chrysène				X
COV totaux	X			
Cumène			X	
Cymène (para-)			X	
Dibenzo(a,h)anthracène				X
Dioxyde de soufre	X			X
Disulfure de carbone			X	
Ethylbenzène	X		X	
Fluoranthène				X
Fluorène				X
HAP eq BaP	X	X	X	X

Composés	Trafic des camions	Zone de fermentation	Zone de maturation	Broyage/Criblage
Indéno (1,2,3,cd) pyrène				X
Limonène			X	
Méthyl éthyl cétone			X	
Méthyl isobutyl cétone			X	
Méthyl n-butyl cétone			X	
Méthylchloroforme			X	
Monoxyde de carbone	X			X
Naphtalène		X	X	X
Nickel	X	X	X	
Oxydes d'azote	X	X	X	X
p-dichlorobenzène			X	
Perchloroéthylène			X	
Phénanthrène				X
Pinène-2			X	
Plomb	X			
PM10	X	X	X	X
PM2,5		X	X	
Propylbenzène normal			X	
Pyrène				X
Styrène			X	
Sulfure d'hydrogène		X	X	
Tétrachlorure de carbone			X	
Toluène	X		X	X
Trichloroéthylène			X	
Trichlorofluorométhane			X	
Triméthyl-1,2,4 benzène			X	
Triméthyl-1,3,5 benzène			X	
Xylène (isomères o,m,p)			X	
Xylène (méta-, ortho-)			X	
Zinc	X			

À partir de cette liste, le groupe de travail de l'ASTEE¹ a sélectionné les substances permettant de procéder à une étude des risques sanitaires suivant les critères suivants :

- Quantification possible de la substance dans le milieu concerné ;
- Existence d'un potentiel d'exposition de la population ;

¹ « Guide pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation », ASTEE, juin 2006

- Substance associée à un risque chronique avec existence d'une VTR ;
- Accumulation possible de la substance dans l'environnement ;
- Respect des principes de spécificité et de proportionnalité ;
- Données bibliographiques françaises existantes ;
- Couverture de l'ensemble du risque, cancérigène et non cancérigène, pour un compartiment donné par l'ensemble des substances retenues ;
- Niveau de concentration a priori non négligeable.

Dans le cas des sites de compostage, les substances retenues par le groupe de travail de l'ASTEE sont les suivantes.

Tableau 4 : substances retenues par l'ASTEE pour les sites de compostage (ASTEE, 2006)

Substances	Type de déchets
Cadmium	Tous sauf déchets verts et FFOM ²
Nickel	Tous
Plomb	Ordures ménagères
Naphtalène	Tous
H ₂ S	Tous
NH ₃	Tous
Acétaldéhyde	Tous
Benzène	Tous

Le site traite uniquement des déchets verts, les traceurs de risques retenus sont :

- Cadmium ;
- Nickel ;
- Naphtalène ;
- H₂S ;
- NH₃ ;
- Acétaldéhyde ;
- Benzène.

Afin de prendre en compte les émissions des gaz d'échappement des camions et engins, le dioxyde d'azote, polluant représentatif du trafic routier en complément du benzène et des particules, a été rajouté à la liste.

Les particules, émises sur le site par les camions, les engins et le déversement des déchets, seront assimilées à des PM₁₀.

² FFOM : Fraction fermentescible des ordures ménagères

3.1.2.2 Nouvelle activité de biodéconditionneur de biodéchets

Le nouveau pôle organique composé d'un biodéconditionneur de biodéchets sera également implantée au niveau de l'ancienne activité Tri Mécano Biologique, au niveau des anciens bâtiments de réception.

Le biodéconditionneur aura pour objectif de débarrasser les biodéchets de leur emballage éventuel.

Ce pôle devrait traiter 15 000 à 20 000 tonnes de biodéchets chaque année, pour une durée d'exploitation prévue de 30 ans.

Cette activité ayant lieu au sein de bâtiments fermés, les émissions atmosphériques sont considérées comme négligeables au regard des autres activités du site. Seules les émissions atmosphériques liées au trafic de camions et engins seront prises en compte (cf. paragraphe 2.1.11).

3.1.3 Pôle stockage

3.1.3.1 Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux

Le site dispose :

- D'un réseau de collecte des **lixiviats** ;
- D'un réseau de collecte de **biogaz** : le biogaz issu de la décomposition des déchets enfouis est envoyé vers un moteur de cogénération afin de le valoriser par production d'énergie électrique, ou vers une torchère où il est brûlé à haute température.

Les différentes sources recensées pour cette activité sont les suivantes :

- Les émissions d'ammoniac et de sulfure d'hydrogène au niveau des bassins de lixiviats (cf. paragraphe 3.1.3.3) ;
- Les rejets liés au moteur de cogénération (cf. paragraphe 3.1.3.2) et wagabox ;
- Les rejets en sortie de la torchère (cf. paragraphe 3.1.3.2) ;
- Les émissions de poussières au déversement des déchets ;
- Les émissions diffuses de biogaz au niveau de la zone de stockage en exploitation ;
- Les fuites de biogaz au niveau des zones de stockage intermédiaires et réaménagées.

Dans le cas des sites de stockage de déchets non dangereux, les substances retenues par le groupe de travail de l'ASTEE³ comme traceurs du biogaz sont les suivantes :

- Sulfure d'hydrogène (H₂S) ;
- Benzène ;
- 1,2 dichloroéthane.

Les émissions en sulfure d'hydrogène, benzène et 1,2 dichlorométhane provenant des fuites de biogaz sont donc retenues suivant les recommandations de l'ASTEE. Nous retiendrons également les poussières liées au déversement des déchets.

³ ASTEE, Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés, février 2005.

3.1.3.2 Unité de valorisation et de destruction du biogaz

Comme c'est actuellement le cas sur l'ISDND actuelle, le biogaz produit par les futurs casiers et subdivisions sera capté et pris en charge, par ordre de priorité, par les installations suivantes :

1. Un moteur de valorisation électrique ;
2. Une wagabox ;
3. Une torchère : destruction du biogaz en secours de l'installation précédente ;

Depuis 2018, une unité Wagabox de filtration et de cryodistillation du biogaz produit du biométhane de qualité gaz naturel réinjecté dans le réseau.

Les substances surveillées pour ces installations sont présentées dans le Tableau 5.

Tableau 5 : substances surveillées pour chacune des sources canalisées des unités de valorisation et de destruction du biogaz

Substances	Moteur	Torchère	Wagabox
CO	Réglémentée	Réglémentée	Réglémentée
HCl		Surveillée	Réglémentée
HF		Surveillée	Réglémentée
SO ₂		Réglémentée	Réglémentée
CH ₄	Surveillée		
NO _x	Réglémentée		Réglémentée
H ₂ S			Réglémentée
Poussières totales	Réglémentée	Réglémentée	Réglémentée
COVt	Surveillée		
COVNM	Réglémentée		Surveillée
Benzène	Estimée*		

* Une VLE étant donnée pour les COVNM totaux, la part du benzène sera prise égale à 5 % (part du benzène dans le biogaz de 3,4 % d'après le guide de l'ASTEE).

Nous retiendrons donc ces substances pour l'inventaire des émissions.

3.1.3.3 Bassins de lixiviats

Les lixiviats captés en fond de casier sont pompés et stockés dans des bassins étanches, sources d'émission diffuse d'ammoniac et de sulfure d'hydrogène. En plus des deux bassins déjà présents sur le site, deux bassins de lixiviats supplémentaires seront ajoutés dans la configuration future.

Les lixiviats sont ensuite traités sur le site dans une station d'épuration, avec comme procédé :

- Un traitement biologique par boues activées et un étage de dénitrification ;
- Une séparation physique des boues et de l'eau résiduelle par ultrafiltration ;
- Un traitement d'affinage de l'eau résiduelle par charbon actif.

Cette installation de traitement des lixiviats ne génère donc pas de rejets atmosphériques.

Nous retiendrons donc l'ammoniac et le sulfure d'hydrogène pour l'inventaire des émissions issues des bassins de stockage.

3.1.3.4 Stockage de déchets amiantés

Le site reçoit des déchets d'amiante-lié issus du secteur du bâtiment et des travaux publics et de l'industrie, des points de vente et des entrepreneurs (stocks invendus de l'industrie et du négoce), à l'exclusion des déchets issus du nettoyage (débris et poussières) et des déchets des matériels et d'équipements.

Depuis le 1^{er} juillet 2012, ces déchets ne sont acceptés que s'ils sont liés à des matériaux inertes.

Les tonnages d'amiante-lié reçus entre 2017 et 2021 s'établissent entre 331 et 618 tonnes/an.

Les déchets d'amiante-lié sont stockés dans une alvéole spécifique de 5 500 m² incluse dans la zone de stockage n°1 de l'ISDND. Cette alvéole peut, le cas échéant, recevoir des déchets de plâtre.

Les déchets d'amiante reçus et manipulés sur la plateforme de transit seront conditionnés. A l'instar de la remarque précédente, et à la lumière des résultats des mesures de fibres d'amiante réalisées sur les sites de Jeandelaincourt et de Bellegarde, au niveau de l'air ambiant d'une alvéole amiante, le nombre de fibres d'amiante mesurées est inférieur à la limite de quantification. Ainsi, l'amiante ne sera pas retenue dans cette étude.

Seules les émissions atmosphériques liées au trafic de camions seront prises en compte (cf. paragraphe 3.1.3).

3.1.4 Centre de tri des déchets d'activités économiques

L'activité permet de traiter 20 000 tonnes de déchets par an, ces derniers sont ensuite envoyés vers des filières de valorisation ou de recyclage.

Cette activité se déroulant dans l'enceinte d'un bâtiment, les émissions atmosphériques dans l'air ambiant sont considérées comme négligeables au regard des autres sources d'émissions présentes sur le site. Seules les émissions atmosphériques liées au trafic de camions de cette activité seront prises en compte (cf. paragraphe 3.1.3).

3.1.5 Circulation des camions et engins sur le site

Des engins et camions circulent sur le site et génèrent des envols de poussières et des émissions liées aux gaz d'échappement. Pour tous les véhicules et engins, les substances à prendre en compte dans l'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) selon l'ASTEE⁴ sont a minima les NOx, les HAPs, les particules et le benzène. Concernant les HAPs, nous retiendrons le benzo(a)pyrène, substance la plus toxique des HAPs. Les particules quant à elles seront assimilées à des PM₁₀ et des PM_{2,5}, représentatives de l'activité du site.

⁴ ASTEE, Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés, février 2005

3.1.6 Résumé des différentes sources d'émissions

Le Tableau 6 résume les différentes sources d'émissions recensées sur le site, ainsi que les substances émises pour chaque source.

Tableau 6 : sources d'émissions recensées sur le site

Activité	Installation	Source recensée	Type d'émission	Substances potentiellement émises
Déchets Non Dangereux	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND)	Zone de stockage : fuite de biogaz	Diffuse	H ₂ S, benzène, 1,2 dichloroéthane
		Moteur de valorisation	Canalisée	CO, NO _x , COVnm, benzène, poussières
		Unité Wagabox	Canalisée	CO, NO _x , COVnm, SO ₂ , HCl, HF, poussières, H ₂ S
		Torchère	Canalisée	H ₂ S, benzène, 1,2 dichloroéthane, NO _x , CO, HCl, HF, SO ₂
Lixiviats	Bassins des lixiviats	Surface des bassins	Diffuse	H ₂ S, NH ₃
Activités de broyage et de compostage	Broyage du bois A	Broyeur	Diffuse	NO _x , poussières, benzène, naphthalène
	Compostage	Andains de compostage	Diffuse	Cadmium, nickel, naphthalène, H ₂ S, NH ₃ , acétaldéhyde, benzène,
Pôle énergie	Chaudière HPCI	Chaudière	Canalisée	Poussières, COVt, CO, HCl, HF, SO ₂ , NO _x , NH ₃ , Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Hg, PCDD/PCDF
	Broyage du bois B	Broyeur	Diffuse	NO _x , poussières, benzène, naphthalène
Véhicules	Circulation sur le site pour les différentes activités	Circulation des camions (gaz d'échappement et soulèvement de poussières)	Diffuse	Poussières, benzène, NO _x , HAPs
		Engins	Diffuse	Poussières, benzène, NO _x , HAPs

3.2 REJETS DANS L'AIR

Les informations relatives aux données du site ont été fournies par SUEZ Consulting.

Le scénario d'émission retenu correspond à un **scénario d'émission majorant**, lorsque toutes les installations prévues sur le site seront en fonctionnement.

3.2.1 Pôle énergie

Trois sources d'émissions atmosphériques sont recensées pour cette activité :

- Zone de déchargement du bois B ;
- Les émissions liées au broyage du bois B ;
- Les émissions liées au rejet de la chaudière.

Les émissions liées à la réception et à la préparation du bois B sont traitées dans le paragraphe 3.2.2.1.2.

Le Tableau 7 présente les caractéristiques de la chaudière HPCI.

Tableau 7 : caractéristiques des rejets canalisés de la chaudière HPCI

	Chaudière HPCI
Hauteur par rapport au sol (m)	50
Température des gaz (°C)	145
Débit sur gaz sec à O ₂ réf (Nm ³ /h)	145 000
Vitesse des gaz (m/s)	12
Nombre de semaines d'arrêt	3
Fonctionnement (h/an)	8 256

Le Tableau 8 présente les Valeurs Limites à l'Émission (VLE) décrites dans l'Arrêté du 12 janvier 2021 relatif aux Meilleures Techniques Disponibles (MTD) applicables aux installations d'incinération de déchets et dans l'Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux..

Les émissions atmosphériques de la chaudière retenues sont basées sur les VLE de l'Arrêté du 12 janvier 2021 relatif aux Meilleures Techniques Disponibles (MTD) applicables aux installations d'incinération de déchets, présentées dans le Tableau 8, plus contraignantes en termes d'émissions de polluants atmosphériques.

Tableau 8 : Valeurs Limites à l'Émission applicables aux installations d'incinération de déchets

Substances	Unité	VLE (Arrêté du 12/01/2021) (moyenne journalière)	VLE (Arrêté du 20/12/2002) (moyenne journalière)
Poussières	mg/Nm ³	5	10
COVT	mg/Nm ³	10	-
COT	mg/Nm ³	-	10
CO	mg/Nm ³	50	-
HCl	mg/Nm ³	6	10
HF	mg/Nm ³	1	1
SO ₂	mg/Nm ³	30	50
NOx	mg/Nm ³	80	200 (équivalent NO ₂)
NH ₃	mg/Nm ³	10	30
Cd+Tl	mg/Nm ³	0,02	0,05
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	mg/Nm ³	0,3	0,5
Hg	mg/Nm ³	0,02	0,05
PCDD/PCDF	ng I-TEQ/Nm ³	0,06	0,1

Le Tableau 9 présente les flux d'émission pris en compte.

Tableau 9 : flux d'émission de la chaudière HPCI

Substances	Unité	Flux d'émission
Poussières	t/an	5,99
COVT	t/an	1,20E+01
CO	t/an	5,99E+01
HCl	t/an	7,18
HF	t/an	1,20
SO ₂	t/an	3,59E+01
NO _x	t/an	9,58E+01
NH ₃	t/an	1,20E+01
Cd+Tl	t/an	2,39E-02
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	t/an	3,59E-01
Hg	t/an	2,39E-02
PCDD/PCDF	t/an	7,18E-08

3.2.2 Pôle organique

3.2.2.1 Émissions liées à l'activité de broyage – compostage de déchets verts et de bois A

3.2.2.1.1 Zones de déchargement

Les opérations de déversement de déchets (déchets verts et autres déchets entrants), au niveau des zones de réception (zone déchets verts et plateforme bois) puis lors de la mise en andains, génèrent des émissions atmosphériques de poussières.

Selon le guide de l'ASTEE relatif aux installations de stockage de déchets⁵, les opérations de déversement d'ordures ménagères « fraîches » produisent des émissions de poussières totales comprises entre 0,0006 % à 0,01 % du poids d'ordures déversées. En l'absence de données spécifiques pour les déchets verts et les autres entrants sur le site, cette référence a été retenue.

Les quantités de bois et déchets verts reçues par le site, retenus pour la suite de l'étude, sont :

- Déchets verts : 1 000 t/an (tonnage prévisionnel après projet d'extension) ;
- D'après le Tableau 2 :
 - La quantité maximale de bois A valorisée sur le site entre 2016 et 2022 est de 460 t/an. En prenant un facteur de sécurité égal à 2, la quantité de bois A retenue pour la suite de l'étude est de 920 t/an ;
 - La quantité maximale de bois B valorisée sur le site entre 2016 et 2022 est de 3 493 t/an. En prenant un facteur de sécurité égal à 2, la quantité de bois B retenue pour la suite de l'étude est de 6 986 t/an.

⁵ ASTEE, Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés, février 2005

En retenant une valeur moyenne de la fourchette donnée par le guide de l'ASTEE, le flux de poussières lié au déversement des déchets est égal à $0,01 \% \times 8\,906 \text{ t/an} = \mathbf{0,89 \text{ tonnes/an}}$. Le détail est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : estimation des poussières liées aux déchargements de déchets entrants pour l'activité de broyage et de compostage

	Unité	Déchets verts	Bois A	Bois B
Quantité de déchets reçus	t/an	1 000	920	6 986
Flux d'émission	% de tonnes reçues	0,01 %		
Poussières totales assimilées à des PM10	t/an	0,1	0,09	0,7

3.2.2.1.2 Broyage de bois A et B

Dans la zone de broyage, les émissions proviennent principalement de deux sources :

- Gaz d'échappement du broyeur ;
- Activité de broyage en elle-même.

3.2.2.1.2.1 Émissions liées aux gaz d'échappement du broyeur

Le broyeur est considéré comme un moteur en poste fixe. Selon le guide méthodologique de l'ASTEE⁶, les seuls facteurs d'émission connus pour ces appareils sont donnés par l'US-EPA. Ils concernent tous les types de moteurs dont la puissance ne dépasse pas 600 chevaux. Les facteurs d'émission sont exprimés en fonction de la puissance du moteur (kg/kW.h). Ils sont rapportés dans le Tableau 11 pour un moteur diesel. L'usage de ces facteurs d'émission suppose de connaître la puissance (exprimée en kW) et le nombre d'heures de fonctionnement du broyeur.

Le Tableau 11 présente les émissions annuelles liées aux gaz d'échappement des deux broyeurs présents sur le site. Elles sont calculées à partir des facteurs d'émissions en prenant une puissance moyenne de 316 kW, puissance du broyeur lent et 390 kW du broyeur rapide et un fonctionnement en moyenne de 7 heures par jour pendant 12 jours par an (soit 84 heures)⁷.

Tableau 11 : facteurs d'émission et flux d'émission annuels pour les broyeurs

	Facteur d'émission (kg/kW.h)	Émissions (tonne/an)
NOx	1,88E-02	1,11
PM	1,34E-03	7,95E-02

⁶ « Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés », ASTEE, février 2005

⁷ Au vu des volumes de l'activité, et par retour d'expérience, une campagne de broyage sera réalisée une fois par mois.

	Facteur d'émission (kg/kW.h)	Émissions (tonne/an)
Benzène	1,44E-6	8,54E-05
Naphtalène	1,31E-01	7,77E-06

3.2.2.1.2.2 Émissions liées à l'activité de broyage

Selon le guide de l'ASTEE relatif aux installations de compostage⁸, les opérations de prétraitement des déchets (tri, mélange pour co-compostage, chargement, mise en andain, criblage) sont principalement émettrices de poussières. Ce guide donne également quelques valeurs de concentrations de poussières relevées dans la littérature présentées dans le Tableau 12. Nous retiendrons la borne haute de la seconde référence bibliographique qui se rapproche le plus de la situation du site.

Tableau 12 : concentrations de poussières sur des sites de compostage - bibliographie

Mesure	Concentrations en poussières (mg/m ³)	Référence
Compostage à l'air libre sans ventilation (mesures sur le personnel)	9,7	Van Tongeren (1997) Pays-Bas
Compost à ciel ouvert de : - déchets ménagers triés (1/3) - copeaux de bois (1/3) - déchets de construction (1/3) Mesures : Broyage, retournement, criblage	<< 0,1 à 0,88	Tolvanen OK (1998) Finlande
Feuilles + déchets de jardin 12 rangées de compost à l'air libre : 4 pour la phase active, 6 pour le séchage et 2 pour le stockage du compost fini Mesures : débarquement des déchets, au retournement, à la transformation et à l'expédition du compost. Mesures sur le personnel et échantillons prélevés à 10 m du compost sous le vent et contre le vent	0,11 à 1,15	Van der Werf (1996) Canada
Valeur retenue	0,88	

Les émissions de poussières issues de la zone de broyage de bois se calculent de la manière suivante :

$$\text{Équation 1 : } FMD_x = C_x \times S \times V$$

Avec :

- FMD_x : flux massique diffus du polluant x (mg/h)
- C_x : concentration moyenne du polluant x (mg/m³)
- S : surface de la zone (m²)
- V : débit surfacique (m³/h/m²)

⁸ « guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation », Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement (ASTEE), juin 2006

La zone de broyage de bois fait une surface d'environ 670 m². Les flux d'émission sont ensuite calculés à partir des concentrations et d'un débit surfacique fixé à 3 m³/h/m² (prélèvement en chambre de flux dynamique d'après un document d'Airfobep⁹).

En appliquant l'Équation 1, on obtient un flux de poussières de 1,77 g/h, soit **1,49E-04 t/an** en prenant en compte 7 heures par jour pendant 12 jours par an (soit 84 heures).

3.2.2.1.3 Zones de fermentation, de maturation et de compost mûré

La recherche d'information sur les plates-formes de compostage a montré que la préoccupation majeure concerne les risques microbiologiques et dans un second temps les nuisances olfactives. Il n'existe quasiment pas de référence concernant les rejets de COV ou autres espèces émises individuellement.

L'inventaire des émissions des substances émises par le procédé de fermentation s'est donc basé sur le document suivant :

- « Guide méthodologique pour l'évaluation du risque sanitaire de l'étude d'impact des installations de compostage soumises à autorisation », ASTEE, juin 2006. Les données sont issues de l'annexe 4 de ce rapport.

En l'absence de données spécifiques pour chaque étape du compostage de déchets verts et de données spécifiques pour déchets verts entrants sur le site de Gueltas, les données concernent l'ensemble du site de compostage émettant ces substances, c'est-à-dire les zones de fermentation, de maturation et la zone de stockage du compost frais.

Le Tableau 13 synthétise les données collectées ayant servi à l'étude.

Tableau 13 : synthèse des données collectées pour les andains de compostage

	Andains		
	Unités	Valeur bibliographique retenues	Source bibliographique
Benzène	µg/m ³	1 507	[3]
Sulfure d'hydrogène	µg/m ³	12	[4]
Nickel	µg/m ³	0,34	[1]
Cadmium	µg/m ³	nd	-
Naphtalène	µg/m ³	113	[1]
NH₃	µg/m ³	152 000	[2]
Acétaldéhyde	µg/m ³	400	[1]
PM₁₀	µg/m ³	100 000	[1]
NO₂	µg/m ³	nd	-

Références bibliographiques :

⁹ « Gène olfactive des riverains et réseau de nez électroniques », AIRFOBEP, août 2007

- 1 - ENSP, FNADE, MEDD, Les risques non microbiologiques associés au compostage des déchets, avril 2002
- 2 - Smet et al., The emission of volatile compounds during the aerobic and the combined anaerobic/aerobic composting of biowaste, Atmospheric Environment, 33,8, 1295-1303, 1999
- 3 - Rapport CERTECH n°99/283, Étude d'impact olfactif d'un site de compostage, Hainaut Compost à Trith-Saint-Léger (59).
- 4 - Rapport UCL-CERTECH pour AINF (rapport AINF OI 28371), Étude odeur et toxicité, Maire de Sin Le Noble, « Étude de l'impact atmosphérique et olfactif d'une plate-forme de compostage », 23/12/99.

Les émissions de substances issues des zones de compostage se calculent de la manière suivante :

$$\text{Équation 2 : } FMD_x = C_x \times S \times V$$

Avec :

- FMD_x : flux massique diffus du polluant x (mg/h)
- C_x : concentration moyenne du polluant x (mg/m³)
- S : surface de la zone (m²)
- V : débit surfacique (m³/h/m²)

Les flux d'émission sont calculés à partir des concentrations et d'un débit surfacique fixé à 3 m³/h/m² (prélèvement en chambre de flux dynamique d'après un document d'Airfobep¹⁰).

Le Tableau 14 présente les caractéristiques communes aux sources suivantes :

- Andains de fermentation ;
- Andains de maturation ;
- Compost.

Le Tableau 14 présente les caractéristiques des sources prises en compte et le Tableau 15 le flux en tonnes/an, pour chacune des substances étudiées.

Tableau 14 : caractéristiques des andains de zones de fermentation, maturation et compost

Caractéristiques générales	Unités	Andains de fermentation	Compost criblé
Nombre de sources	-	1	1
Surface émettrice par source	m ²	100	100
Surface totale émettrice	m ²	100	100
Hauteur par rapport au sol	m	4	3
Débit surfacique	m ³ /h/m ²	3	3
Fonctionnement	heures	8 766	8 766

¹⁰ « Gêne olfactive des riverains et réseau de nez électroniques », AIRFOBEP, août 2007

Tableau 15: flux émis au niveau des zones de fermentation, maturation et compost (t/an)

Substances	Unité	Andains de fermentation	Compost criblé
Benzène	t/an	3,96E-03	3,96E-03
Sulfure d'hydrogène	t/an	3,16E-05	3,16E-05
Nickel	t/an	8,94E-07	8,94E-07
Naphtalène	t/an	2,97E-04	2,97E-04
NH ₃	t/an	4,00E-01	4,00E-01
Acétaldéhyde	t/an	1,05E-03	1,05E-03
PM ₁₀	t/an	3,63E-01	2,63E-01
NO ₂	t/an	nd	nd
Cadmium	t/an	nd	nd

nd : non documenté

3.2.3 Pôle stockage

3.2.3.1 Émissions liées au stockage des déchets non dangereux

Les différentes sources recensées pour cette activité sont les suivantes :

- Les rejets en sortie de la torchère ;
- Les fuites de biogaz au niveau de la couverture de la zone de stockage de déchets non dangereux.

3.2.3.1.1 Fuite de biogaz au niveau de l'ISDND

Les émissions de gaz au niveau de la zone de stockage (zone en exploitation et zone réaménagée) correspondent aux émissions diffuses à travers la couverture.

Selon le guide de l'ASTEE relatif aux installations de stockage de déchets¹¹, le flux massique diffus horaire de chaque substance dans le biogaz est exprimé selon le code de calcul suivant :

$$\text{Équation 3 : } FMD_x = PB \times TF \times C_x$$

Avec : FMD_x : flux massique horaire diffus du polluants x (mg/h)

PB : production moyenne de biogaz (Nm³/h)

TF : taux de fuite du biogaz dans l'installation (%)

C_x : concentration moyenne du polluant x dans le biogaz (mg/m³)

Le scénario majorant suivant a été retenu dans cette étude :

- Durant les 20 années d'exploitation de l'ISDND, on considère :
 - Un casier ouvert en cours d'exploitation de 5 000 m² maximum, il sera considéré comme le dernier casier en exploitation ;
 - Une zone provisoire en couverture intermédiaire d'une surface moyenne de 2 500 m² ;

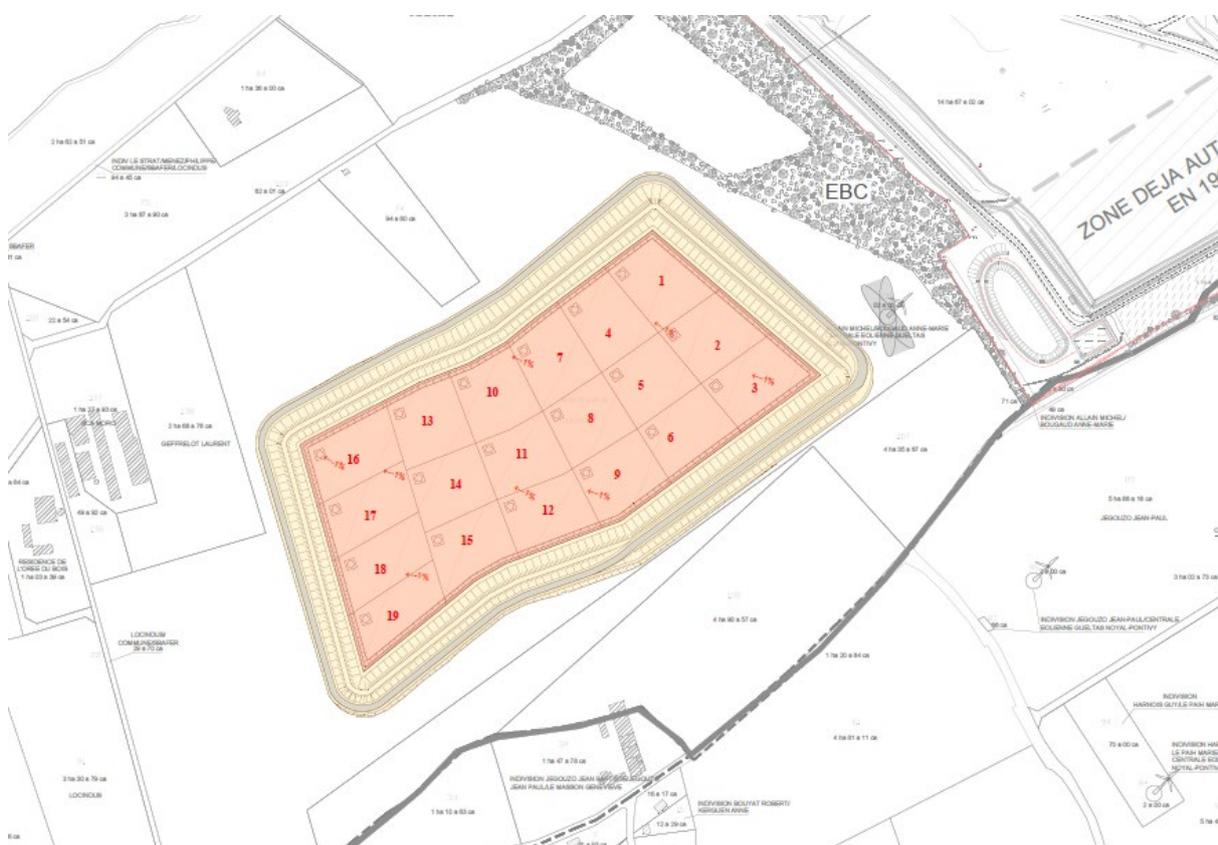
¹¹ ASTEE, Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés, février 2005.

- Le reste de la zone de stockage (ancienne ISDND zone 1 et 2) est considérée en couverture définitive.
- Durant les 30 années de post-exploitation, l'ensemble de la zone de stockage (nouvelle et ancienne ISDND) est considéré en couverture définitive.

La production moyenne de biogaz a été estimée par SUEZ Consulting à l'aide du programme SimCET :

- En période de post-exploitation (30 ans), Gueltas 1 produira environ 665 m³/h de biogaz (soit 5 823 376 m³/an) ;
- En moyenne sur la période d'exploitation de Gueltas 2 (20 ans), le site produira environ 550 m³/h de biogaz (soit 4 821 687 m³/an) ;
- En période de post-exploitation (30 ans), Gueltas 2 produira environ 264 m³/h de biogaz (soit 2 313 675 m³/an).

Figure 1 : projet extension ISDND



Le taux de captage dépend du type de couverture. Les valeurs retenues dans cette étude et présentées dans le Tableau 16 correspondent aux taux de récupération proposés par le groupe de travail mis en place par l'ADEME en 2002, et repris dans le rapport de l'INERIS relatif aux seuils de captage des décharges¹².

¹² INERIS, « Evaluation des risques liés aux émissions gazeuses des décharges : propositions de seuils de captage », rapport d'étude N°46533R01c, 19/12/2005.

Le Tableau 16 résume les données retenues pour le calcul des émissions liées aux émissions diffuses de biogaz au niveau de la zone de stockage de déchets non dangereux.

Tableau 16 : caractéristiques de la zone de stockage de déchets non dangereux

Stockage déchets	Unités	Exploitation du site : pendant 20 ans			Post-exploitation : pendant 30 ans	
		Casier en exploitation – Gueltas 2	Zone intermédiaire – Gueltas 2	Zone réaménagée – Gueltas 2	Zone réaménagée – Gueltas 1	Zone réaménagée – Gueltas 2
Superficie de la source	m ²	5 000	2 500	192 500	576 000	290 000
Production moyenne de biogaz	Nm ³ /an	4 821 687	4 821 687	4 821 687	5 823 376	2 313 675
Type de couverture	-	Zone en exploitation	Couverture provisoire (matériaux fins inertes)	Couverture définitive (matériaux inertes + géomembrane + géosynthétique)	Couverture définitive (matériaux inertes + géomembrane + géosynthétique)	Couverture définitive (matériaux inertes + géomembrane + géosynthétique)
Taux de récupération	%	35%	65%	90%	90%	90%
Taux de fuite	%	65%	35%	10%	10%	10%

En l'absence de mesures dans le biogaz réalisées sur le site, les concentrations retenues correspondent aux données disponibles dans la littérature et proposées par le guide de l'ASTEE. Le Tableau 17 présente les concentrations dans le biogaz issues de la bibliographie retenues pour la quantification des émissions.

Tableau 17 : concentrations dans le biogaz

	Concentrations à l'émission (mg/Nm ³)
	Données bibliographiques guide ASTEE – valeur maximale
H₂S	99,97
Benzène	31,08
1,2 dichloroéthane	8,19

Le Tableau 18 présente les flux d'émission au niveau de la zone de stockage pris en compte dans cette étude, calculés à partir des concentrations retenues et du débit de biogaz, et pondérés sur la durée totale d'exposition prise égale à 50 ans (20 ans d'exploitation + 30 ans de post-exploitation).

Tableau 18 : flux de polluants au niveau de la zone de stockage (émissions diffuses de biogaz)

Flux d'émission (tonnes/an)	Exploitation du site : pendant 20 ans				Post-exploitation : pendant 30 ans		TOTAL pondéré sur 50 ans
	Casier en exploitation	Zone intermédiaire	Zone réaménagée – Gueltas 2	Total	Zone réaménagée – Gueltas 1	Zone réaménagée – Gueltas 2	
H₂S	3,13E-01	1,69E-01	4,82E-02	5,30E-01	5,82E-02	2,31E-02	2,61E-01
Benzène	9,74E-02	5,25E-02	1,50E-02	1,65E-01	1,81E-02	7,19E-03	8,11E-02
1,2 dichloroéthane	2,57E-02	1,38E-02	3,95E-03	4,34E-02	4,77E-03	1,89E-03	2,14E-02

3.2.3.1.2 Déversement des déchets

Les opérations de déversement de déchets non dangereux au niveau de la zone en exploitation génèrent des émissions atmosphériques de poussières.

Selon le guide de l'ASTEE relatif aux installations de stockage de déchets¹³, les opérations de déversement d'ordures ménagères « fraîches » produisent des émissions de poussières totales comprises entre 0,0006 % à 0,01 % du poids d'ordures déversées.

La quantité maximale annuelle de déchets stockés au niveau de l'ISDND est égale à 100 kT/an.

Le flux de poussières totales lié au déversement des déchets est calculé en retenant la valeur haute de la fourchette donnée par le guide de l'ASTEE.

Tableau 19 : flux de poussières générés par le déversement des déchets

	Unité	Zone de stockage en exploitation
Quantité maximale annuelle de déchets déposés	tonnes/an	100 000
Flux de poussières générés	tonnes/an	10,0

3.2.3.1.3 Unité de valorisation et de destruction du biogaz

Les caractéristiques des sources canalisées de l'unité de valorisation du biogaz sont présentées dans le Tableau 20. Elles sont issues des mesures réalisées entre 2019 et 2021.

¹³ ASTEE, Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés, février 2005.

Tableau 20 : caractéristiques des rejets canalisés de l'unité de valorisation du biogaz

	Moteur valorisation		Torchère		Unité Wagabox	
	Valeur retenue	Source	Valeur retenue	Source	Valeur retenue	Source
Hauteur par rapport au sol (m)	9	DDAE 2013 Annexes 17-CONTROLES REJET GAZEUX	6	DDAE 2013 Annexes 17-CONTROLES REJET GAZEUX	3,284	Fourni par l'exploitant
Diamètre interne en sortie de cheminée (m)	0,3	DDAE 2013 Annexes 17-CONTROLES REJET GAZEUX	1,41	Fourni par l'exploitant	0,61	Fourni par l'exploitant
Température des gaz (°C)	250	Température max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021	855	Température max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021	600	Fourni par l'exploitant
Débit sur gaz sec à O₂ réf (Nm³/h)	5 510	Débit max mesuré lors analyses des rejets entre 2019 et 2021	1 000	Débit capacité nominale AP 20/11/2013	5 500	Fourni par l'exploitant
Vitesse des gaz (m/s)	40	Vitesse max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021	7	Fourni par l'exploitant	5	Fourni par l'exploitant
Fonctionnement (h/an)	8 456	Temps de fonctionnement max entre 2019 et 2022	286	Temps de fonctionnement max entre 2019 et 2022	8 456	Fourni par l'exploitant

Les concentrations dans les gaz retenues en sortie de cheminée correspondent par ordre de priorité :

- Aux valeurs maximales parmi les Valeurs Limites à l'Émission de l'arrêté préfectoral du 20 novembre 2013 et les concentrations mesurées entre 2019 et 2021 pour le moteur et la torchère et aux concentrations mesurées en 2022 pour la Wagabox (données les plus récentes disponibles au moment de la réalisation de l'étude).

Les VLE étant données pour les COVnm totaux, la part du benzène a été prise égale à 5 % (part du benzène dans le biogaz de 3,4 % d'après le guide de l'ASTEE) ;

- Lorsqu'aucune VLE n'est définie, aux mesures maximales réalisées sur le site, en prenant un facteur de sécurité égal à 2.

Le Tableau 21 présente les concentrations retenues pour cette étude. Le Tableau 22 présente les émissions en sortie des sources canalisées calculées à partir des concentrations retenues, des débits des gaz en sortie de cheminée et des temps de fonctionnement durant l'année.

Tableau 21 : concentration en sortie des sources canalisées de l'unité de valorisation du biogaz

Substances	Concentration à O ₂ réf (mg/Nm ³)					
	Moteur de valorisation		Torchère		Unité Wagabox	
	Valeur retenue	Source	Valeur retenue	Source	Valeur retenue	Source
CO	2 600	Concentration max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021 x 2	326	Concentration max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021 x 2	26,0	Concentration mesurée lors analyses des rejets en 2022 x 2
HCl			4	Concentration max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021 x 2	11,1	Concentration mesurée lors analyses des rejets en 2022 x 2
HF			4,2	Concentration max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021 x 2	9,8	Concentration mesurée lors analyses des rejets en 2022 x 2
SO ₂			1 080	Concentration max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021 x 2	7,8	Concentration mesurée lors analyses des rejets en 2022 x 2
CH ₄	3 600	VLE AP 20/11/2013				
NOx	525	VLE AP 20/11/2013			76,6	Concentration mesurée lors analyses des rejets en 2022 x 2
Poussières totales	150	VLE AP 20/11/2013	10	VLE AP 20/11/2013	0	Concentration mesurée lors analyses des rejets en 2022 x 2
PM10	150		10		0	

Substances	Concentration à O ₂ réf (mg/Nm ³)					
	Moteur de valorisation		Torchère		Unité Wagabox	
	Valeur retenue	Source	Valeur retenue	Source	Valeur retenue	Source
PM2,5	150		10		0	
COVt	3 200	<i>Concentration max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021 x 2</i>				
COVnm	290	<i>Concentration max mesurée lors analyses des rejets entre 2019 et 2021 x 2</i>			1,5	<i>Concentration mesurée lors analyses des rejets en 2022 x 2</i>
Benzène	14,5	<i>5% des COVnm</i>				

Tableau 22 : flux de polluants en sortie des sources canalisées de l'unité de valorisation du biogaz

	Flux à l'émission (tonnes/an)		
	Moteur	Torchère	Unité Wagabox
CO	1,21E+02	9,32E-02	1,21E+00
HCl	-	1,14E-03	5,18E-01
HF	-	1,20E-03	4,57E-01
SO₂	-	3,09E-01	3,61E-01
CH₄	1,68E+02	-	-
NOx	2,45E+01	-	3,56E+00
Poussières totales	6,99	2,86E-03	-
PM10	6,99	2,86E-03	-
PM2,5	6,99	2,86E-03	-
COVt	1,49E+02	-	
COVNM	1,35E+01	-	6,98E-02
Benzène	6,76E-01	-	-

3.2.3.2 Émissions liées aux lixiviats

L'ISDND fonctionne en mode bioréacteur, une partie des lixiviats sont réinjectés afin d'optimiser la décomposition des déchets et donc la production de biogaz. Les lixiviats sont ensuite traités sur site.

Deux bassins de lixiviats sont actuellement présents sur le site. Dans le cadre du projet, deux bassins supplémentaires seront créés pour recueillir les lixiviats de la nouvelle zone de stockage.

Les émissions à la surface des bassins ont été calculées à partir des concentrations mesurées sur des sites similaires et des surfaces de chaque bassin. Les flux d'émission sont calculés à partir des concentrations et d'un débit surfacique fixé à 3 m³/h/m². Les émissions sont présentées dans le Tableau 23.

Tableau 23 : flux d'émission au niveau des bassins de lixiviats

	Surface (m ²)	Concentration NH ₃ (mg/m ³)	Flux surfacique NH ₃ (mg/m ² /h)	Flux NH ₃ (tonnes/an)	Concentration H ₂ S (mg/m ³)	Flux surfacique H ₂ S (mg/m ² /h)	Flux H ₂ S (tonnes/an)
Bassin Lix 1	1 030	2,1	6,4	5,7E-02	4,2	12,5	1,1E-01
Bassin Lix 1bis	825	2,1	6,4	4,6E-02	4,2	12,5	9,0E-02
Bassin Lix 2	900	2,1	6,4	5,0E-02	4,2	12,5	9,9E-02
Bassin perméats	5 100	2,1	6,4	2,8E-01	4,2	12,5	5,6E-01
Bassin 3 (projet)	1 000	2,1	6,4	5,6E-02	4,2	12,5	1,1E-01
Bassin 4 (projet)	1 000	2,1	6,4	5,6E-02	4,2	12,5	1,1E-01
			TOTAL	5,5E-01		TOTAL	1,1E+00

3.2.4 Émissions liées aux engins d'exploitation

Plusieurs engins d'exploitation sont utilisés sur le site : ils sont à l'origine d'émissions dans l'air du fait de leur gaz d'échappement.

Les facteurs d'émission utilisés pour estimer les émissions liées aux gaz d'échappement des engins mobiles non routiers utilisés sur le site sont issus des rapports suivants :

- « Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France – 19^{ème} édition - OMINEA », CITEPA, Mars 2022 : secteur « industrie manufacturière – sources mobiles » (engins mobiles non routiers) ;
- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019. European Environment Agency. Non-road mobile sources and machinery.

Les facteurs d'émissions définis pour les substances retenues pour l'inventaire des émissions sont résumés dans le Tableau 24. Ils correspondent aux facteurs donnés pour les engins utilisant du Gazole Non Routier (depuis 2011) et sont exprimés en gramme par GJoule. L'utilisation de tels facteurs d'émission nécessite de connaître la puissance (exprimée en GJ ou kW) de chaque engin utilisé sur le site.

Tableau 24 : facteurs d'émission liés aux engins d'exploitation

Substances	Unité	Facteur d'émission	Source
Benzène	g/GJ	0,36	EMEP 2019 : 2% des COVNM
NOx	g/GJ	37	OMINEA 2022
Poussières totales	g/GJ	2	OMINEA 2022
BaP	mg/GJ	1,09	OMINEA 2022

Le Tableau 25 présente la puissance moyenne de chaque engin présent sur le site avec le projet ainsi que le nombre d'heures de fonctionnement.

Tableau 25 : caractéristiques des engins sur le site

Activité	Matériels/engins	Puissance (en kW)	Temps de fonctionnement (en h par an) – Année 2022
Compacteur	CAT 836 ENG5769	419	1671
Compacteur	CAT 836 ET1295	419	1562
Chargeuse	963 C ENG5104	119	284
Chargeuse	963 C ENG5836	119	499
Télescopique	MLT737	95	505
Télescopique	MLT630	85	831

À partir du Tableau 25, il est ensuite possible de calculer les émissions annuelles de polluants liées au fonctionnement des engins. Elles sont présentées dans le Tableau 26.

Tableau 26 : émissions liées aux engins

		Benzène	NOx	BaP	PM	PM10	PM2,5
Compacteur	CAT 836 ENG5769	9,1E-04	9,3E-02	2,7E-06	5,0E-03	5,0E-03	5.0E-03
Compacteur	CAT 836 ET1295	8,5E-04	8,7E-02	2,6E-06	4,7E-03	4,7E-03	4.7E-03
Chargeuse	963 C ENG5104	4,4E-05	4,5E-03	1,3E-07	2,4E-04	2,4E-04	2.4E-04
Chargeuse	963 C ENG5836	7,7E-05	7,9E-03	2,3E-07	4,3E-04	4,3E-04	4.3E-04
Télescopique	MLT737	6,2E-05	6,4E-03	1,9E-07	3,5E-04	3,5E-04	3.5E-04
Télescopique	MLT630	9,2E-05	9,4E-03	2,8E-07	5,1E-04	5,1E-04	5.1E-04
TOTAL		2.0E-03	2,1E-01	6,1E-06	1,1E-02	1,1E-02	1,1E-02

3.2.5 Émissions liées à la circulation des camions

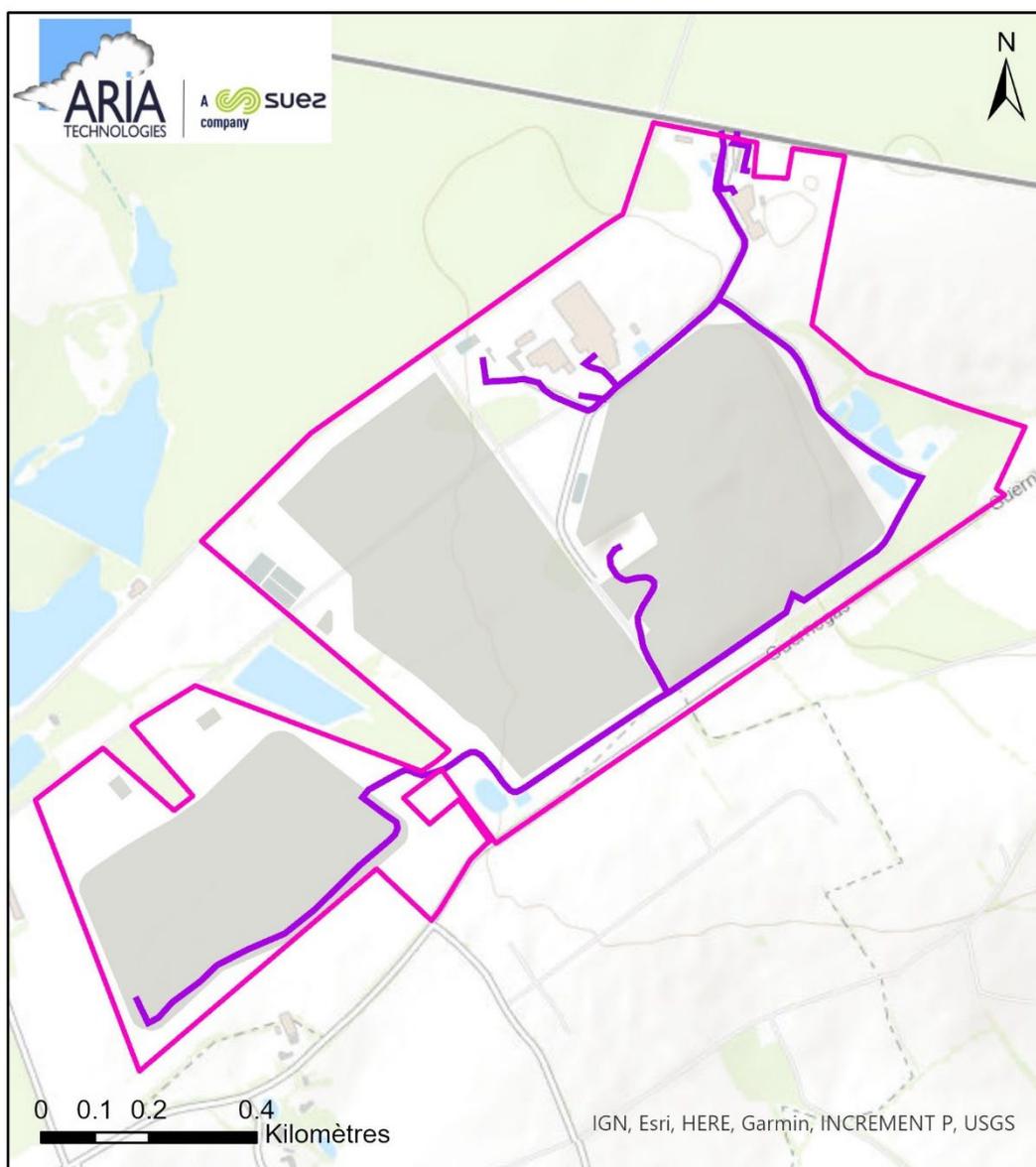
3.2.5.1 Émissions liées aux gaz d'échappement

Le calcul des émissions liées aux gaz d'échappement des camions et des véhicules circulant sur le site s'appuie sur les facteurs d'émission qui sont issus de la méthode COPERT V. Cette méthode est élaborée par l'Agence Européenne de l'Environnement. Elle est fondée sur un consensus d'experts européens régulièrement révisée et actualisée en fonction de l'évolution des normes communautaires concernant les carburants et les limites d'émission des véhicules en Europe.

Le modèle de calcul des émissions de polluants utilisé dans cette étude est le logiciel TREFIC 5.2.1 (TRaffic Emission Factors Improved Calculation), développé par la société italienne ARIANET, partenaire d'ARIA Technologies, qui s'appuie sur la méthodologie européenne COPERT V.

Le Tableau 27 présente les données utilisées pour le calcul des émissions et le Tableau 28 présente les émissions totales calculées. Afin d'être majorant, les distances retenues pour le trajet des camions correspondent aux distances maximales qu'ils auront à parcourir (lorsque le casier en exploitation sera le plus éloigné de l'entrée du site par exemple). Les trajets empruntés par les poids lourds sont présentés sur la Figure 2.

Figure 2 : trajets empruntés par les véhicules sur le site



Légende

- Trajets des véhicules
- Site avec extension

Tableau 27 : données pour le calcul des émissions liées aux véhicules circulant sur le site

	Nombre de véhicules/an	Nombre de véhicules /jr	Distance parcourue (m)
Véhicules légers	16 250	65	99
Pôle matière			
<i>tonnages entrant (yc bois A et Bois B)</i>	6 349	25	904
<i>valo matière sortante</i>	400	2	904
Pôle énergie : Chaudière HCPI			
<i>tonnages entrants apporteurs tiers</i>	4 000	16	683

	Nombre de véhicules/an	Nombre de véhicules /jr	Distance parcourue (m)
<i>livraison réactif chaudière</i>	213	1	683
<i>refidi</i>	350	1	683
Pôle énergie : IME			
<i>entrée mâchefers externes</i>	536	2	683
<i>sortie des valo matière métaux</i>	43	0	683
<i>sortie des graves de mâchefers</i>	1 321	5	683
Pôle stockage : ISDND			
<i>travaux ISDND (BSP gravier)</i>	457	44	2 905
Base logistique - Centre de Tri			
	1 250	5	130
Pôle organique : biodec			
<i>entrée</i>	2 500	10	683
<i>sortie</i>	1 250	5	683
Pôle stockage : Amiante			
	667	2,7	1 853
Pôle organique : Compostage déchets verts			
<i>entrée</i>	1 000	4,0	904

Tableau 28 : émissions liées aux gaz d'échappement des véhicules circulant sur le site

	Emissions totales (tonnes/an)
Oxydes d'azote	4,2E-01
Dioxyde de soufre (SO₂)	6,9E-04
Monoxyde de carbone (CO)	1,2E-01
Ammoniac (NH₃)	2,5E-03
Acétaldéhyde	6,2E-04
Benzène	1,3E-05
Poussières totales	
PM10	2,7E-02
PM2,5	1,8E-02
Benzo(a)pyrène	1,3E-07
Naphtalène	1,1E-05
Cadmium (Cd)	2,1E-09
Mercure (Hg)	2,3E-07
Nickel (Ni)	8,7E-09

3.2.5.2 Émissions liées aux envois de poussières au passage des camions

Les voies utilisées par les camions sont stabilisées à l'intérieur du site.

Le calcul des émissions de poussières liées à la remise en suspension des poussières présentes sur les voies de circulation se base sur la méthodologie proposée par l'US-EPA. Elle propose un modèle de régression empirique (établi à partir de l'analyse statistique de résultats de mesures disponibles) donnant une masse de poussières émise en fonction de la distance parcourue sur les routes¹⁴.

Les émissions de poussières sont calculées suivant la formulation :

$$\text{Équation 4 : } E = k \times c^{0,91} \times W^{1,02}$$

Avec : E : quantité de poussières émises par le roulement des véhicules (g/veh/km)
k : coefficient fonction de la taille de granulométrie (g/veh/km)
c : charge en poussières (en g/m²)
W : poids moyen du véhicule (tonne)

La quantité de poussières ainsi calculée est ensuite réajustée en tenant compte des jours de pluie selon la formule suivante.

$$E_{ext} = E \left(1 - \frac{P}{4N} \right)$$

Avec : E_{ext} : quantité de poussières extrapolée en tenant compte des jours de pluie
P : nombre de jours de pluie sur une année pour laquelle la précipitation était au moins supérieure à 0,254 mm
N : nombre de jours sur une année. N = 365 jours

Le coefficient k dépend de la granulométrie des particules. Il est égal à 0,62 g/veh/km pour les PM₁₀ et 0,15 g/veh/km pour les PM_{2,5}.

La charge en poussières c est dépendante du type d'installation industrielle. L'EPA propose des valeurs pour les centres de stockage de déchets ménagers avec une moyenne de 7,4 g/m².

Le nombre de jours de pluie supérieure ou égale à 0,254 mm a été calculé à partir des données météorologiques de la station de Pontivy sur la période 01/01/2010 au 31/12/2022 et est présenté dans le Tableau 29. Il est en moyenne de 161 jours par an.

Tableau 29 : nombre de jours de pluie supérieure ou égale à 0,254 mm

Année	Nombre de jours de pluie ≥ 0,254 mm
2020	174
2021	158
2022	151
Moyenne	161

Le Tableau 30 présente les émissions calculées suivant la méthodologie ci-dessus.

¹⁴ US-EPA, United States - Environmental Protection Agency. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, AP-42, Fifth Edition, Volume I, Chapter 13: Miscellaneous Sources; 13.2.1: Paved Roads. Final report. Janvier 2011. <http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch13/index.html>

Tableau 30 : émissions liées aux envols de poussières au passage des camions

Type	Poids moyen	Nombre de PL	Distance parcourue	Facteur d'émissions PM10	Facteur d'émissions PM2,5	Émissions de PM10	Émissions de PM2,5
	tonnes	PL/jour	m	g/veh/km	g/veh/km	tonnes/an	tonnes/an
Pôle matière	-	-	-				
tonnages entrant (yc bois A et Bois B)	13	25	904	47	11	2,14E-03	5,18E-04
valo matière sortante	20	2	904	72	18	2,09E-04	5,07E-05
Pôle Energie HCPI	-	-	-				
tonnages entrants apporteurs tiers	20	16	683	72	18	1,58E-03	3,83E-04
livraison réactif chaudière	20	1	683	72	18	8,43E-05	2,04E-05
refidi	20	1	683	72	18	1,38E-04	3,35E-05
IME	-	-	-				
entrée mâchefers externes	28	2	683	102	25	2,99E-04	7,23E-05
sortie des valo matière métaux	28	0	683	102	25	2,39E-05	5,78E-06
sortie des graves de mâchefers	28	5	683	102	25	7,37E-04	1,78E-04
Pôle stockage : ISDND	12	33	2905	43	10	8,33E-03	2,01E-03
travaux ISDND (BSP gravier)	25	44	2905	91	22	2,32E-02	5,61E-03
Base logistique - Centre de Tri	20	5	130	72	18	9,38E-05	2,27E-05
Pôle organique : biodec	-	-	-				
entrée	10	10	683	36	9	4,88E-04	1,18E-04
sortie	15	5	683	54	13	3,93E-04	9,52E-05
Pôle stockage : Amiante	3	2,7	1853	10	3	1,03E-04	2,50E-05
Pôle organique : Compostage déchets verts	-	-	-				
entrée	4	4	904	14	3	1,01E-04	2,45E-05
TOTAL						3,79E-02	9,17E-03

3.2.6 Bilan des émissions atmosphériques

Le Tableau 31 présente le bilan des émissions dans l'air pour l'ensemble des sources.

En ce qui concerne les poussières, lorsque l'information de granulométrie n'est pas connue, il a été fait l'hypothèse majorante que toutes les poussières totales sont assimilées à des PM10 et à des PM2,5.

Les polluants ayant les émissions les plus importantes sont le monoxyde de carbone et les COVt.

Tableau 31 : bilan des émissions dans l'air (en tonnes/an)

Emissions en t/an	ISDND				Valorisation biogaz				Traitement lixiviats		Plateforme de compostage			Broyage du bois			Pôle énergie		Circulation des véhicules					TOTAL	
	Casier en exploitation - Gueltas 2	Casiers couverture intermédiaire - Gueltas 2	Casiers couverture définitive - Gueltas 1 et 2	SOUS-TOTAL	Moteur valorisation	Torchère	Waga	SOUS-TOTAL	Bassins lixiviats	SOUS-TOTAL	Andain de fermentation	Andain criblé	SOUS-TOTAL	Zone de broyage	Broyeurs	SOUS-TOTAL	Chaudière HPCI	SOUS-TOTAL	Gaz échap. (camions)	Gaz échap. (engins)	Envol poussières (camions)	Gaz échap. (véhicules légers)	SOUS-TOTAL		
Sulfure d'hydrogène (H2S)	1.3E-01	6.8E-02	1.0E-01	3.0E-01				-	1.1E+00	1.1E+00	3.2E-05	3.2E-05				-	-						-	1.4E+00	
Ammoniac (NH3)				-				-	5.5E-01	5.5E-01	4.0E-01	4.0E-01				-	1.2E+01	1.2E+01	2.5E-03			4.7E-05	2.5E-03	1.3E+01	
Poussières																									
PM10	4.0E+00			4.0E+00	7.0E+00	2.9E-03		7.0E+00			3.6E-01	2.6E-01		6.3E-01	7.9E-01	7.9E-02	8.7E-01	6.0E+00	6.0E+00	2.7E-02	1.1E-02	3.8E-02	1.3E-04	7.7E-02	1.9E+01
PM2.5	4.0E+00			4.0E+00	7.0E+00	2.9E-03		7.0E+00			3.6E-01	2.6E-01		6.3E-01	7.9E-01	7.9E-02	8.7E-01	6.0E+00	6.0E+00	1.8E-02	1.1E-02	9.2E-03	8.8E-05	3.8E-02	1.9E+01
Monoxyde de carbone (CO)				-	1.2E+02	9.3E-02	1.2E+00	1.2E+02						-			-	6.0E+01	6.0E+01	1.2E-01			6.6E-04	1.2E-01	1.8E+02
Acide chlorhydrique (HCl)				-		1.1E-03	5.2E-01	5.2E-01						-			-	7.2E+00	7.2E+00					-	7.7E+00
Acide fluorhydrique (HF)				-		1.2E-03	4.6E-01	4.6E-01						-			-	1.2E+00	1.2E+00					-	1.7E+00
Dioxyde de soufre (SO2)				-		3.1E-01	3.6E-01	6.7E-01						-			-	3.6E+01	3.6E+01	6.8E-04		8.0E-06	6.8E-04	3.7E+01	
Oxydes d'azote (NOx)				-	2.4E+01		3.6E+00	2.8E+01						-	1.1E+00	1.1E+00	9.6E+01	9.6E+01	4.2E-01	2.1E-01		1.1E-03	6.3E-01	1.3E+02	
Dioxines PCDD/PCDF				-				-						-			-	7.2E-08	7.2E-08					-	7.2E-08
COVt				-	1.5E+02			1.5E+02						-			-	1.2E+01	1.2E+01					-	1.6E+02
COVNM				-	1.4E+01		7.0E-02	1.4E+01						-			-		-	1.4E-02		2.7E-05	1.4E-02	1.4E+01	
1,2 dichloroéthane (DCE)	1.0E-02	5.5E-03	8.4E-03	2.4E-02				-						-			-		-				2.7E-05	1.4E-02	2.4E-02
Acétaldéhyde				-				-		1.1E-03	1.1E-03		2.1E-03				-	6.2E-04				9.0E-07	6.2E-04	2.7E-03	
Benzène	3.9E-02	2.1E-02	3.2E-02	9.2E-02	6.8E-01			6.8E-01		4.0E-03	4.0E-03		7.9E-03	8.5E-05	8.5E-05		-	1.2E-05	2.0E-03		1.1E-06	2.0E-03	7.8E-01		
Benzo(a)pyrène (BaP)				-				-					-				-	1.3E-07	6.1E-06			2.9E-09	6.3E-06	6.3E-06	
Naphtalène				-				-		3.0E-04	3.0E-04		5.9E-04	7.8E-06	7.8E-06		-	8.1E-06				2.6E-06	8.1E-06	6.1E-04	
Métaux :																									
Cadmium (Cd)				-				-					-				-		2.1E-09			2.1E-11	2.1E-09	2.1E-09	
Mercuré (Hg)				-				-					-				-	2.4E-02	2.4E-02	2.2E-07		1.2E-09	2.2E-07	2.4E-02	
Nickel (Ni)				-				-		8.9E-07	8.9E-07		1.8E-06				-		8.5E-09			2.0E-10	8.5E-09	1.8E-06	

3.2.1 Risques bactériologiques

D'après le guide de l'ASTEE relatif aux installations de stockage de déchets¹⁵, bien que limités, les micro-organismes sont présents dans les ordures ménagères, dans le biogaz (bactéries), au-dessus des alvéoles en cours d'exploitation (champignons, bactéries) et dans les lixiviats. Seuls les virus ne sont pas retrouvés dans les prélèvements atmosphériques autour des opérations de manutention d'ordures ménagères. S'il est connu que les bactéries et les champignons agissent sur la santé humaine, les Valeurs Toxicologiques de Référence sont éparées et quasi-inexistantes. En outre, la complexité et le coût des analyses de micro-organismes individualisés, le manque de connaissances sur la modélisation de la dispersion des microorganismes, leurs capacités de survie en fonction des conditions météorologiques, l'absence de relation dose réponse pour l'inhalation et les effets non infectieux rendent difficile l'évaluation quantitative des risques liés aux micro-organismes.

3.3 REJETS DANS L'EAU

Les eaux générées par les installations sont les suivantes :

- Les **lixiviats** : les lixiviats sont collectés en fond de casier par un système de drains et de puits de pompage et stockés dans deux bassins tampons membranes où ils subissent une homogénéisation et un pré-traitement par aération. Les lixiviats sont ensuite traités in situ en plusieurs étapes successives au sein d'une unité centralisée.
- Les **eaux de ruissellement** récoltées sur le site qui ne sont pas entrées en contact avec les déchets. Les ruissellements internes seront gérés séparément par deux types de dispositifs de collecte. On distingue :
 - Les **eaux « propres »**, issues des espaces verts, des casiers réaménagés et des digues. Ces eaux, regroupées sous la dénomination « eaux pluviales » seront dirigées directement vers les bassins d'eaux pluviales ;
 - Les eaux « **potentiellement polluées** », issues des voiries. Ces eaux, regroupées sous la dénomination « eaux de voiries » transiteront par un réseau distinct avant d'être prétraitées par un déboureur-déshuileur. Elles seront par la suite également dirigées vers le bassin d'eaux pluviales.

3.3.1 Les lixiviats

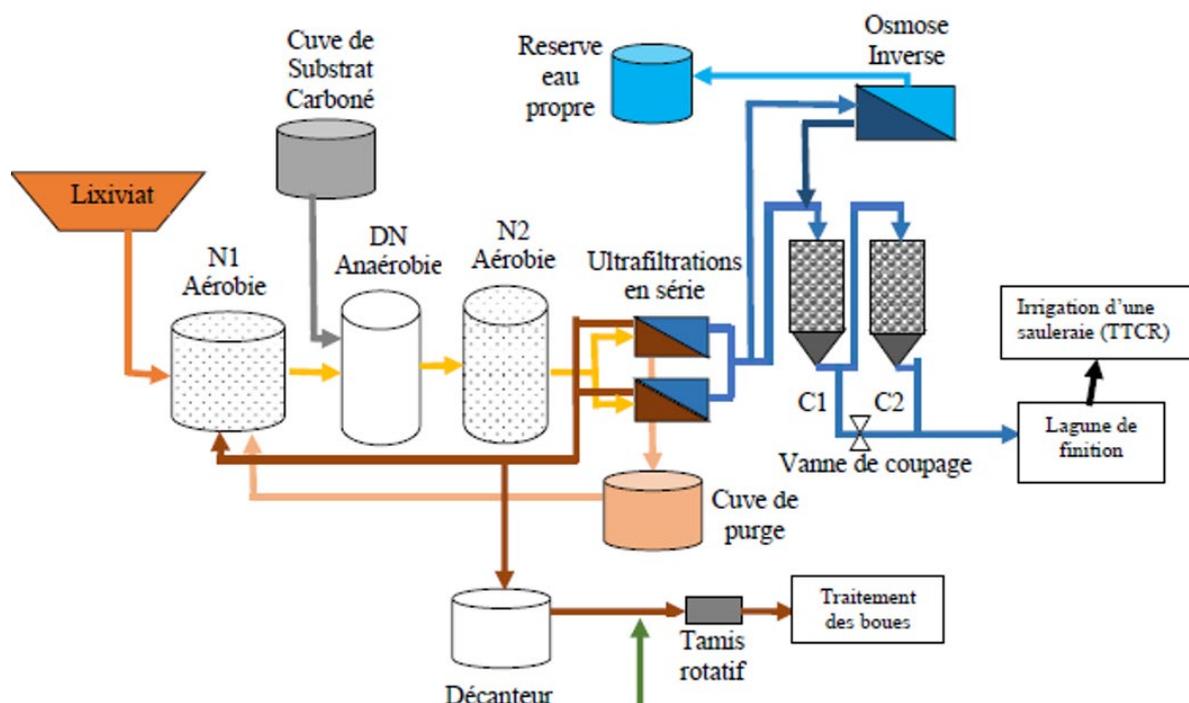
Les lixiviats sont traités in situ en plusieurs étapes successives au sein d'une unité centralisée. Seuls les lixiviats non réinjectés au sein du massif de déchets sont dirigés vers l'unité de traitement des effluents liquides.

Cette unité centralisée comprend trois phases de traitement :

- Traitement biologique par boues activées et un étage de dénitrification ;
- Séparation physique des boues et de l'eau résiduelle par ultrafiltration ;
- Séparation par osmose inverse pour une partie de l'eau résiduelle (depuis début 2016) puis évaporation ;
- Traitement d'affinage de l'eau résiduelle par charbon actif.

¹⁵ « Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés », ASTEE, février 2005

Figure 3 : schéma de principe de fonctionnement de l'unité de traitement des lixiviats



L'unité de traitement des lixiviats installés par SUEZ RV Ouest générera deux types de sous-produits :

- Les concentrats issus de l'étape d'osmose inverse seront redirigés vers la cuve de lixiviats à traiter par charbon actif ;
- Les concentrats issus de l'évaporation des effluents. Ces concentrats seront analysés et dirigés vers les casiers de stockage si les critères d'acceptation en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux sont respectés. Dans le cas inverse, ils seront envoyés dans une filière dûment autorisée à les recevoir.

Par conséquent, le traitement des lixiviats n'entraîne aucun rejet direct vers le milieu Eau.

3.3.2 Les eaux de ruissellement

Le système de gestion des eaux pluviales de l'ensemble du site est constitué de fossés, de bassins de rétention et d'aires d'infiltration.

La zone Gueltas 1, en partie réaménagée et en partie en exploitation, comporte trois bassins versants : bassin Est, bassin Ouest et bassin Sud.

La zone Gueltas 2, en projet, comportera aussi deux bassins versant : bassin versant Nord (BV1) et Sud (BV2).

Les eaux des voiries des accès PL et des parkings VL transitent avant rejet dans les bassins d'eaux pluviales par des séparateurs à hydrocarbures.

Afin de ne pas perturber la gestion actuelle des eaux de ruissellements internes, il a été choisi de traiter les eaux de la zone d'extension de manière à part entière.

Ainsi, la gestion des eaux du site sera adaptée en prenant en compte les modifications du site, notamment l'extensions de l'ISDND.

Une analyse trimestrielle au niveau des bassins de contrôle permettra de s'assurer qu'aucun élément polluant ne risque de perturber le milieu récepteur. Cette analyse est réalisée même en l'absence de rejet.

Le résultat de ces contrôles définira si ces eaux sont conformes aux normes de rejet ou si elles doivent être envoyées vers un traitement spécifique. Les contrôles et les relevés des eaux de ruissellement s'organisent comme présenté dans le Tableau 32.

Tableau 32 : Paramètres et fréquences d'analyses des eaux de ruissellement internes

Paramètre	Fréquence	Seuil
pH	Trimestrielle pendant la phase d'exploitation de l'ISDND.	Entre 5,5 et 8,5
Température		< 30°C
Matières en suspension totale (MES)		< 35 mg/L
Demande chimique en oxygène (DCO)		< 125 mg/L
Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	Semestrielle pendant la période de suivi de l'ISDND.	< 30 mg/L
Azote global		< 30 mg/L
Hydrocarbures totaux (HCT)		< 10 mg/L

La fréquence des analyses peut être adaptée, notamment si l'évaluation des données indique que l'on obtient les mêmes résultats avec des intervalles plus longs.

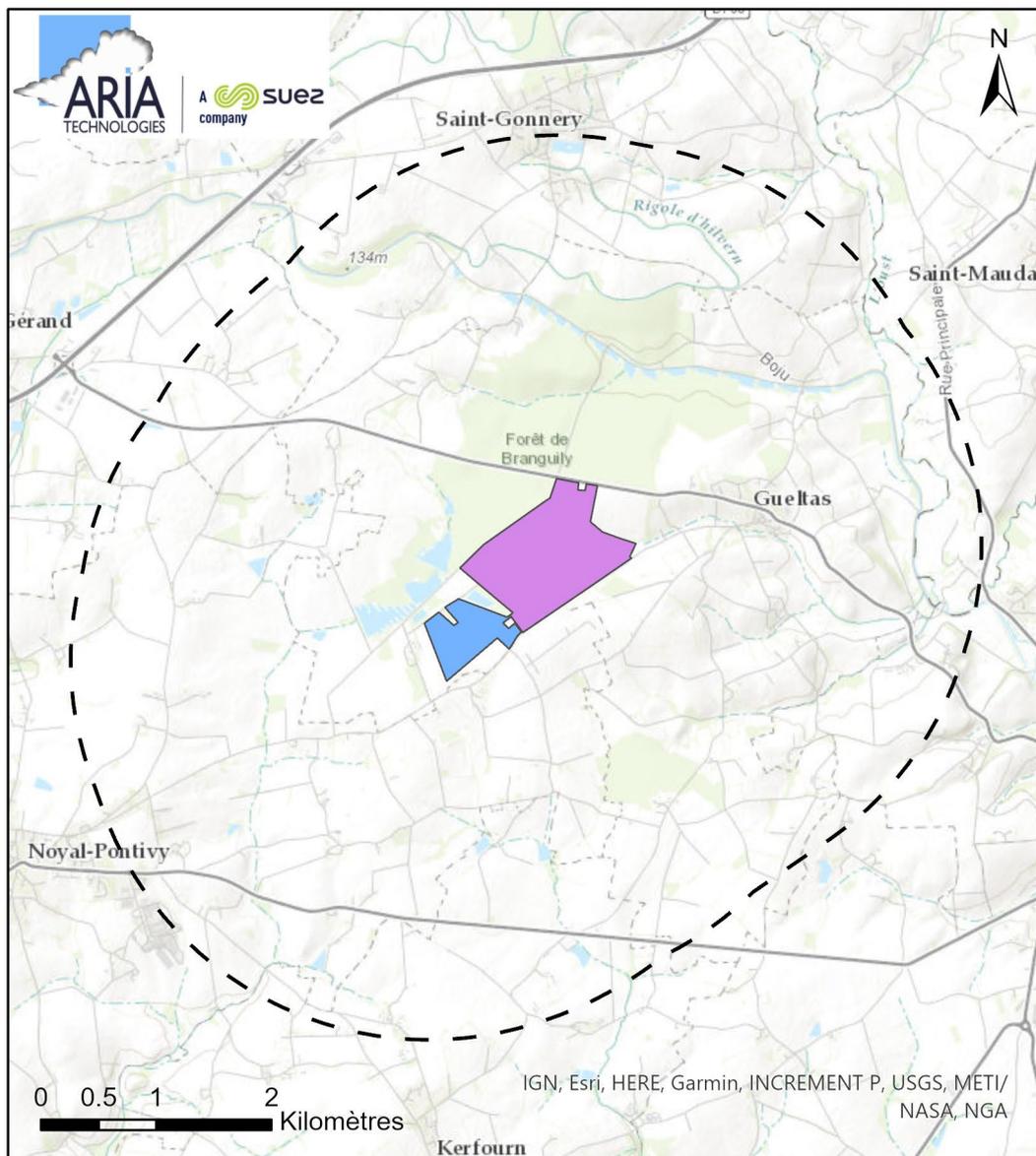
SUEZ RV Ouest ne procédera aux rejets d'eaux vers la zone d'infiltration qu'après s'être assuré que les résultats d'analyses sont conformes aux seuils ci-dessus.

4. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

4.1 AIRE D'ETUDE

L'aire d'étude retenue est la zone située dans un rayon de 3 km des limites du site correspondant au rayon d'affichage déterminé par la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement. Ce rayon détermine un périmètre permettant de recenser les communes susceptibles d'être affectées par les risques et inconvénients dont l'installation peut être la source.

Figure 4 : carte de l'aire d'étude



Légende

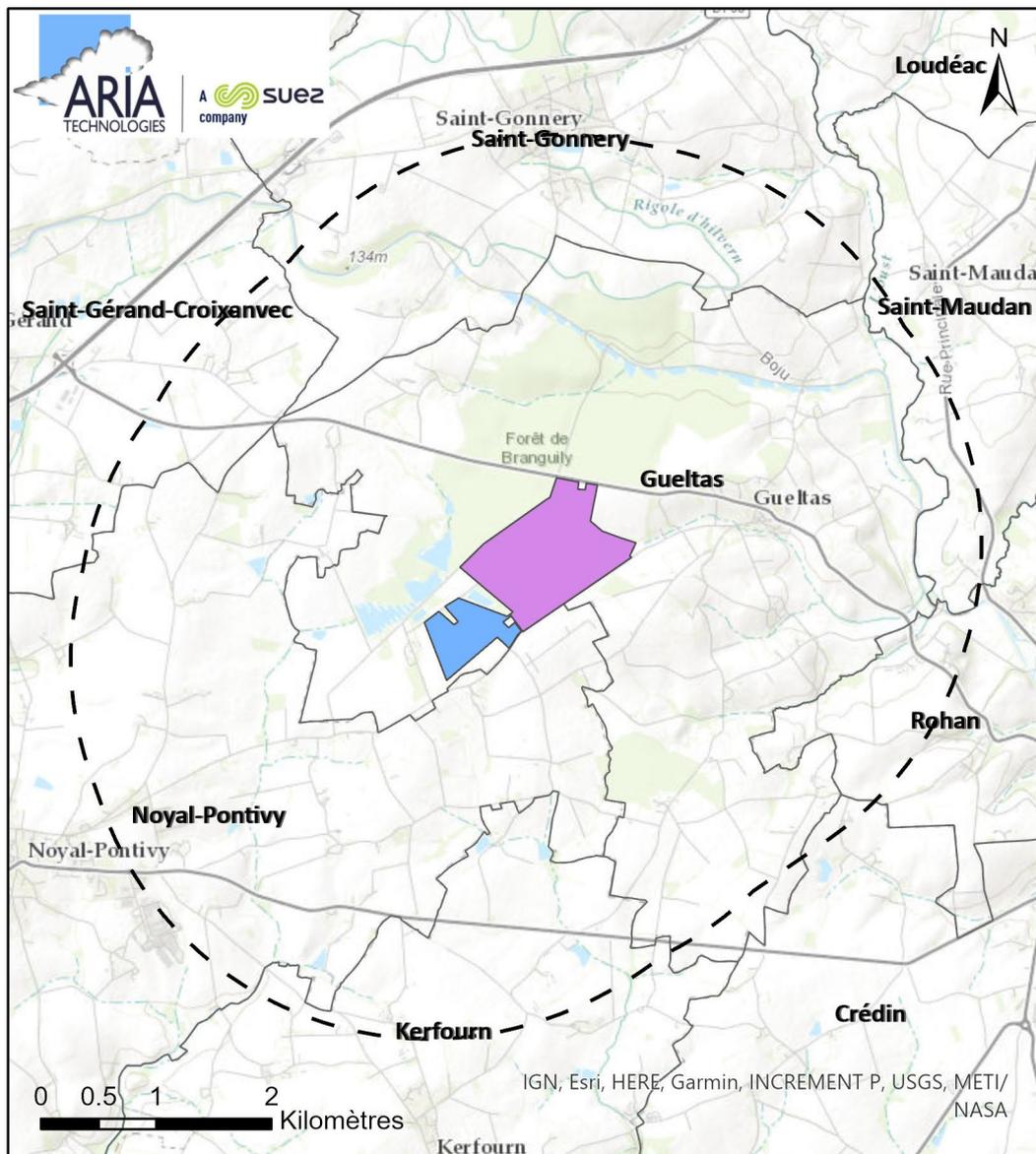
- Emprise actuelle du site
- Projet d'extension du site
- Limite de 3 km

4.2 POPULATIONS

4.2.1 Population générale

Huit communes se trouvent dans le rayon de 3 km autour du site : Crédin, Gueltas, Kerfourn, Noyal-Pontivy, Rohan, Saint-Gérand-Croixanvec, Saint-Gonnery et Saint-Maudan. A noter que la commune de Saint-Gérand-Croixanvec est une nouvelle commune depuis le 1^{er} janvier 2022. Elle regroupe les anciennes communes de Saint-Gérand et de Croixanvec.

Figure 5 : communes présentes sur le domaine d'étude



Légende

- Emprise actuelle du site
- Projet d'extension du site
- Limite de 3 km
- Communes

Le Tableau 33 présente l'évolution de la population par commune et le Tableau 34 présente les données de population par catégorie d'âge en 2019 par commune.

Tableau 33 : données de population (Source : Insee, Recensements de la population, mis en ligne le 01/01/2022)

Libellé géographique	Population en 1999	Population en 2008	Population en 2013	Population en 2019
Crédin*	1 368	1 452	1 514	1 520
Gueltas	544	519	508	514
Kerfourn*	724	813	861	833
Noyal-Pontivy*	3 285	3 637	3 677	3 605
Rohan*	1 521	1 612	1 684	1 636
Saint-Gérand-Croixanvec*	1 055	1 154	1 204	1 317
Saint-Gonnery	943	1 046	1 074	1 106
Saint-Maudan*	411	392	392	403

* à noter que pour ces communes, le centre-ville n'est pas inclus dans le rayon de 3 km autour du site

Tableau 34 : population par classe d'âge (Source(s) : Insee, Recensements de la population, Mise en ligne le 01/01/2022)

Communes	Population 2019	Pop 0-14 ans	Pop 15-29 ans	Pop 30-44 ans	Pop 45-59 ans	Pop 60-74 ans	Pop 75-89 ans	Pop 90 ans ou plus
Crédin*	1 520	243	248	211	331	265	181	41
Gueltas	514	88	74	91	114	104	35	7
Kerfourn*	833	160	131	156	194	139	46	7
Noyal-Pontivy*	3 605	635	525	578	858	622	341	47
Rohan*	1 636	309	217	281	366	275	168	21
Saint-Gérand-Croixanvec*	1 317	297	213	275	273	180	69	8
Saint-Gonnery	1 106	201	138	201	263	185	99	18
Saint-Maudan*	403	81	56	86	85	67	27	1

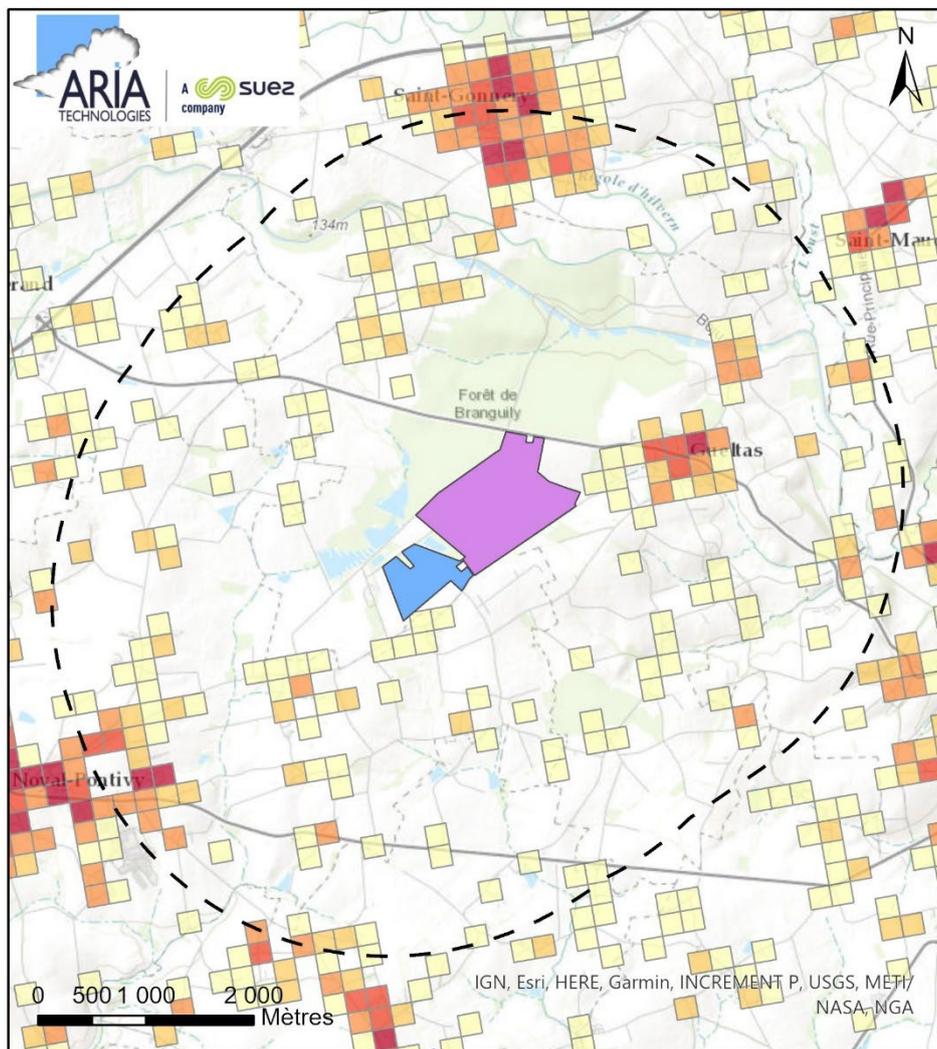
* à noter que pour ces communes, le centre-ville n'est pas inclus dans le rayon de 3 km autour du site

4.2.2 Localisation des zones habitées et densité de population

Les données de population proviennent des données INSEE géolocalisées sur des carreaux de 200 mètres par 200 mètres (année 2016, la plus récente disponible au moment de la rédaction du document).

La Figure 6 localise les zones habitées et présente la densité de population dans la zone d'étude. Les premières habitations sont situées à environ 60 m à l'ouest et 235 m à l'est des limites du site.

Figure 6 : localisation des zones habitées et densité de population par maille de 200 mètres par 200 mètres (source : INSEE 2016)



Légende

- Emprise actuelle du site
- Projet d'extension du site
- Limite de 3 km

Densité de population (hab/km²)

- < 5
- 5 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- > 50

4.2.3 Populations sensibles

Certaines populations, plus particulièrement sensibles à la qualité de l'air, peuvent être recensées par l'intermédiaire des structures qu'elles fréquentent :

- Enfants : crèches et écoles ;
- Personnes âgées : maisons de retraite ;
- Personnes malades : hôpitaux et cliniques ;
- Sportifs : stades, terrains de sport extérieurs.

Les sites sensibles présents dans l'aire d'étude et susceptibles d'être impactés par le site sont recensés, on dénombre :

- 2 écoles élémentaires (source : annuaire de l'éducation nationale <http://www.education.gouv.fr/>) ;
- 1 maison de retraite et 1 établissement sanitaire et social (source : FINESS¹⁶) ;
- 5 équipements sportifs extérieurs (source : <http://www.res.sports.gouv.fr/>).

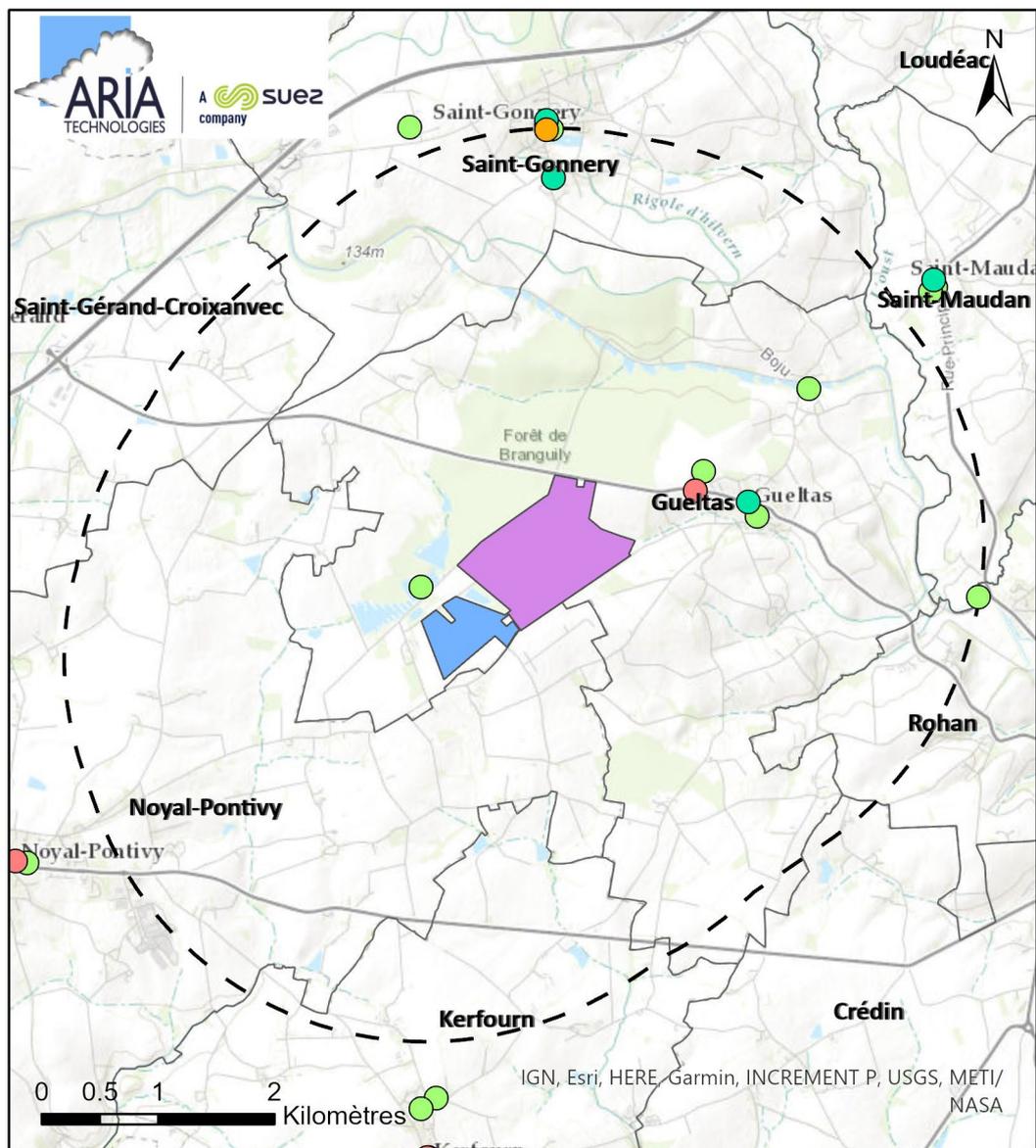
La Figure 7 localise ces établissements sensibles, ils sont recensés en Tableau 35.

Tableau 35 : établissements et installations recensant des populations sensibles

Type	Établissement	Commune
Écoles	École primaire privée Sainte Anne	Saint-Gonnery
	École primaire publique Bernard Le Gal	Gueltas
Établissements sanitaires	Foyer de vie Ty Lann	Gueltas
	Maison de la Rigole d'Hilvern	Saint-Gonnery
Équipements sportifs	Terrain de football	Gueltas
	Boucle de randonnée	
	Boulodrome	
	Boucle de randonnée	Rohan
	Boucle de randonnée	Saint-Gonnery

¹⁶ Fichier National des Établissements Sanitaires et Sociaux

Figure 7 : localisation des établissements recevant des populations sensibles



Légende

- | | |
|---|----------------------------|
| Ecole de niveau élémentaire | Emprise actuelle du site |
| Etablissement accueillant des personnes âgées | Projet d'extension du site |
| Etablissement sanitaire | Limite de 3 km |
| Equipements sportifs extérieurs | Communes |

4.3 RESEAU HYDROGRAPHIQUE

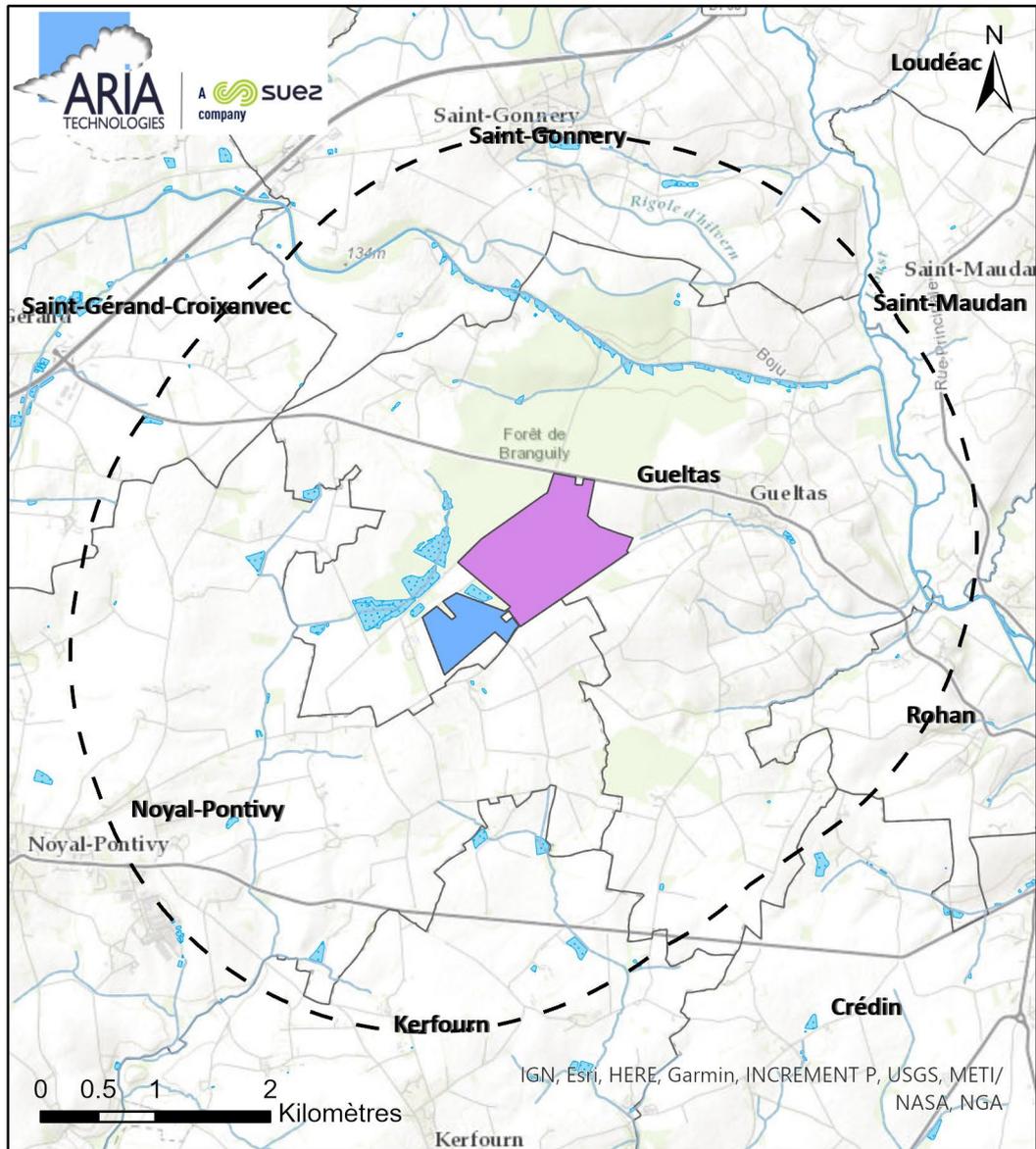
Des cours d'eau se trouvent dans le domaine d'étude comme le montre la Figure 8.

Au niveau de la commune de Gueltas, on retrouve :

- Un ruisseau, le ru de Gueltas, prenant sa source sur la partie nord-est du site ;
- Le ruisseau de Belle-Chère, passant à environ 2 km à l'ouest du site.

On trouve également le canal de Nantes à Brest, à environ 2 km au nord de l'écopôle ainsi que le site de Branguily, composé de 4 étangs.

Figure 8 : réseau hydrographique (BD TOPO® Hydrographie, IGN)



Légende

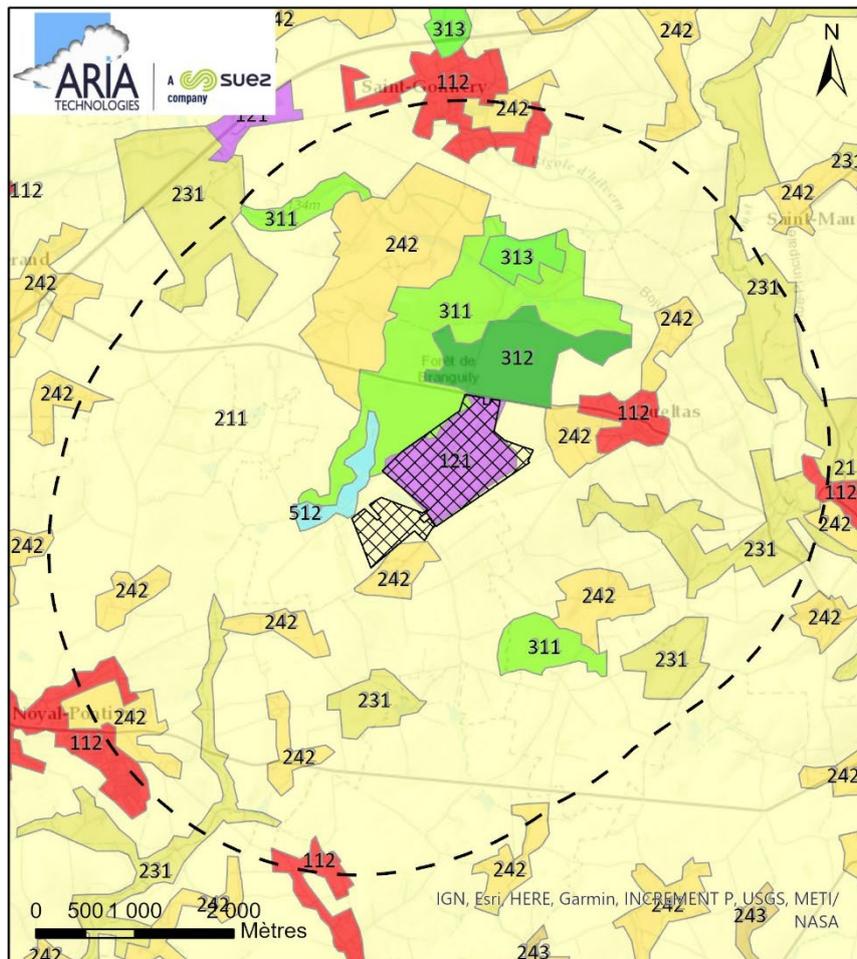
- | | |
|---|--|
|  Plans d'eau |  Emprise actuelle du site |
|  Cours d'eau |  Projet d'extension du site |
| |  Limite de 3 km |
| |  Communes |

4.4 USAGES AUTOUR DU SITE

4.4.1 Occupation des sols

L'ISDND actuelle se trouve dans une zone de décharges entourée principalement de zones agricoles et de forêts. Ces principales zones sont localisées sur la Figure 9 (données issues de la base Corine Land Cover 2018¹⁷).

Figure 9 : occupation du sol (données CORINE Land Cover 2018)



Légende

⊠ Site avec extension

└┘ Limite de 3 km

Corin Lan Cover

112 - Tissu urbain discontinu

121 - Zones industrielles ou commerciales et installations publiques

211 - Terres arables hors périmètres d'irrigation

231 - Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole

242 - Systèmes culturaux et parcellaires complexes

243 - Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants

311 - Forêts de feuillus

312 - Forêts de conifères

313 - Forêts mélangées

512 - Plans d'eau

¹⁷ Les produits CORINE Land ont été réalisés avec un financement de l'Union européenne, dans le cadre du programme Copernicus, <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/>

4.4.2 Usages agricoles

Comme le montre la Figure 9, on note la présence de zones agricoles autour du site. Afin d'avoir une présentation plus précise des zones de cultures, la Figure 10 présente les cultures majoritaires sur chaque îlot de cultures pour l'année 2020. Les zones agricoles correspondent en grande partie à des prairies (permanentes ou temporaires) et à des cultures industrielles, de céréales (blé, maïs, orge) et de colza.

Figure 10 : culture majoritaire sur chaque îlot de culture (données RPG 2020)



Légende

Site avec extension	Plantes à fibres
Limite de 3 km	Gel (Surfaces sans production)
Usages agricoles	Légumineuses à grains
Blé tendre	Fourrage
Maïs grains et ensilage	Estives landes
Orge	Prairies permanentes
Autres céréales	Prairies temporaires
Colza	Vergers
Tournesol	Autres cultures
Autres oléagineux	Légumes-Fleurs
Protéagineux	Divers

Le Tableau 36 présente les résultats du recensement général agricole 2020 (dernier recensement disponible). Le recensement agricole offre un portrait instantané, complet et détaillé, du secteur de l'agriculture (population agricole, surfaces végétales, y compris viticoles, effectifs animaux, moyens de production, activités annexes, etc.).

Tableau 36 : recensement agricole 2020 (recensement le plus récent disponible)

Communes	Exploitations agricoles ayant leur siège dans la commune	Superficie agricole utilisée en hectare
Crédin	37	2 734
Gueltas	15	1 083
Kerfourn	16	1 404
Noyal-Pontivy	63	5 012
Rohan	27	2 028
Saint-Gérand	12	756
Croixanvec	5	399
Saint-Gonnery	19	1164
Saint-Maudan	7	399

4.4.3 Activités de loisirs

4.4.3.1 Activité de pêche

D'après la Fédération départementale de pêche du Morbihan, un seul parcours se situe dans le périmètre de 3 km autour du site, il s'agit d'un parcours de pêche au niveau du canal de Nantes à Brest.

Figure 11 : parcours de pêche (source : <https://www.parcours-de-peche-morbihan.fr/>)



Légende

 Site avec extension

 Limite de 3 km

4.4.3.2 Activité de baignade

Il n'y a aucune zone de baignade autorisée et surveillée sur la zone d'étude (Ministère de la Santé).

4.4.4 Recensement des points d'eau

Aucun captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP) n'est recensé sur l'aire d'étude (<http://www.adeseafrance.fr/>).

4.5 METEOROLOGIE

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont : la direction du vent, la vitesse du vent, la température extérieure, la pluviométrie et la stabilité de l'atmosphère.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie). C'est pourquoi il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques :

- Suffisamment longues et complètes,
- Représentatives de la climatologie du site.

4.5.1 Données météorologiques

Plusieurs paramètres rentrent en ligne de compte pour le choix de la station météorologique la plus représentative de la zone d'étude :

- 1. sa position géographique** : la station retenue doit être la plus proche possible de l'installation et il ne doit pas exister d'obstacle majeur entre la station et la zone d'étude.
- 2. la cadence d'acquisition des données météorologiques** : Météo-France possède des stations où les relevés sont faits toutes les heures et d'autres tous les jours. Pour notre étude, nous avons besoin de données météorologiques suffisamment fines au niveau horaire pour avoir une bonne représentativité de la météorologie locale et pour prendre en compte les phénomènes météorologiques diurnes. Il est habituel d'utiliser des bases de données météorologiques comportant des données concernant le vent, la température et la nébulosité toutes les 3 heures pendant plusieurs années. Les stations « journalières » sont donc éliminées.
- 3. la pertinence des données météorologiques.**

Selon les critères ci-dessus, les données météorologiques retenues pour la simulation de dispersion proviennent de la station météorologique de **Pontivy** pour les données de vent (vitesse et direction), de température et de pluie. La nébulosité, donnée non disponible au niveau de la station de Pontivy, provient de la station de Rennes.

Les données météorologiques utilisées sont des données tri-horaires (1 mesure toutes les 3 heures). Ces fichiers comportent trois années de données : du 01/01/2020 au 31/12/2022.

4.5.2 Analyse météorologique

4.5.2.1 Roses des vents

La rose des vents, en un lieu donné, est la représentation graphique des fréquences des vents classées par direction et vitesse. Les intersections de la courbe avec les cercles d'une fréquence donnée fournissent les fréquences d'apparition des vents en fonction de la direction d'où vient le vent.

La Figure 12 présente la rose des vents générale calculée à partir des données tri-horaires sur la période 01/01/2020 au 31/12/2022. Le Tableau 37 synthétise les fréquences d'occurrence par classe de vitesse, toutes directions confondues.

Figure 12 : rose des vents générale – Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans)

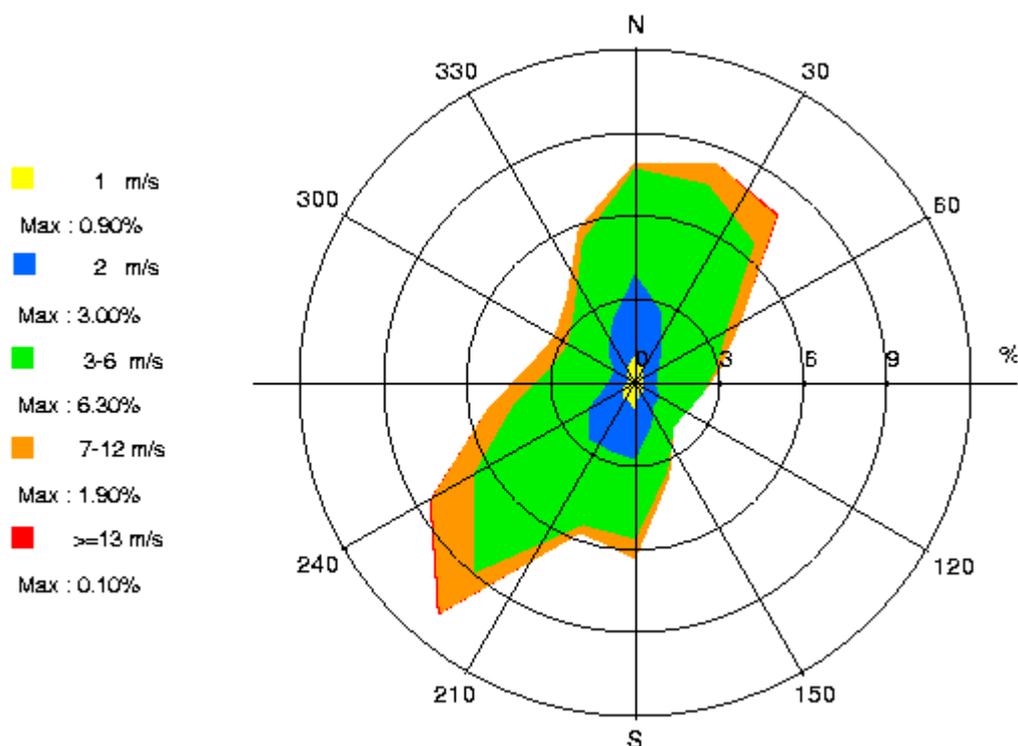


Tableau 37 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues

Classe de vitesse (m/s)	Calmes	1	2	3-6	7-12	>=13
Borne de l'intervalle	[0 ; 0,9[[0,9 ; 1,5[[1,5 ; 2,5[[2,5 ; 6,5[[6,5 ; 12,5[[12,5 ; ∞[
Fréquence (%)	4,3	8,5	22	53,5	11,3	0,3

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2020 au 31/12/2022), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- La rose des vents montre deux directions principales :
 - vents du sud-ouest (31,2 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 200° et 260°¹⁸) ;
 - vents du nord – nord-est (31,0 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 340° et 40°).
- Sur l'ensemble des directions, les vents ont une vitesse moyenne de 3,7 m/s (13,2 km/h) ;
- Les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 m/s et 6 m/s soit respectivement 10,8 km/h et 21,6 km/h ;
- Les vents faibles (de vitesse inférieure à 1,5 m/s) sont relativement fréquents et représentent 12,8 % des estimations dont 4,3 % de vents calmes (vents inférieurs à 0,9 m/s soit 3,2 km/h) qui sont les plus pénalisants pour la dispersion des polluants ;

¹⁸ Les directions du vent sont données en degrés par rapport au Nord et indiquent la direction d'où vient le vent (convention météorologique internationale). Un vent de 0° est donc un vent venant du Nord, un vent de 180° est un vent venant du Sud.

- Les vents forts (de vitesse supérieure à 6,5 m/s soit 23,4 km/h) sont également fréquents et représentent 11,6 % des observations.

4.5.2.2 Stabilité atmosphérique

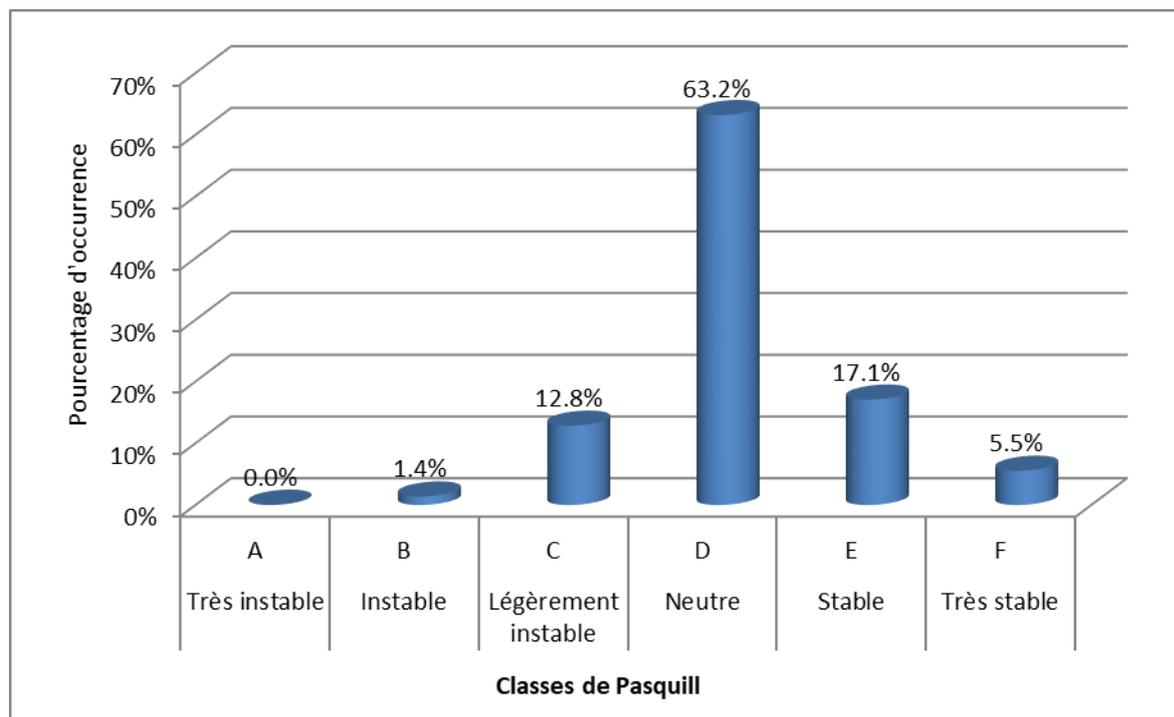
La stabilité de l'atmosphère est destinée à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches. Elle est souvent associée à la structure thermique de l'atmosphère : par exemple, les situations d'inversion thermique se produisent lorsque l'atmosphère est stable.

Elle est déterminée à partir du vent et de la nébulosité qui conduit à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère :

- Classe A : Très instable
- Classe B : Instable
- Classe C : Légèrement instable
- Classe D : Neutre
- Classe E : Stable
- Classe F : Très stable

La Figure 13 présente la répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique.

Figure 13 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans)



La classe D de Pasquill est la plus fréquemment observée (63,2 %), ce qui est très favorable pour la dispersion atmosphérique.

Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 1,9 m/s en situation très stable - donc pénalisante pour la dispersion des émissions, tandis qu'en atmosphère neutre, elle est de 4,2 m/s.

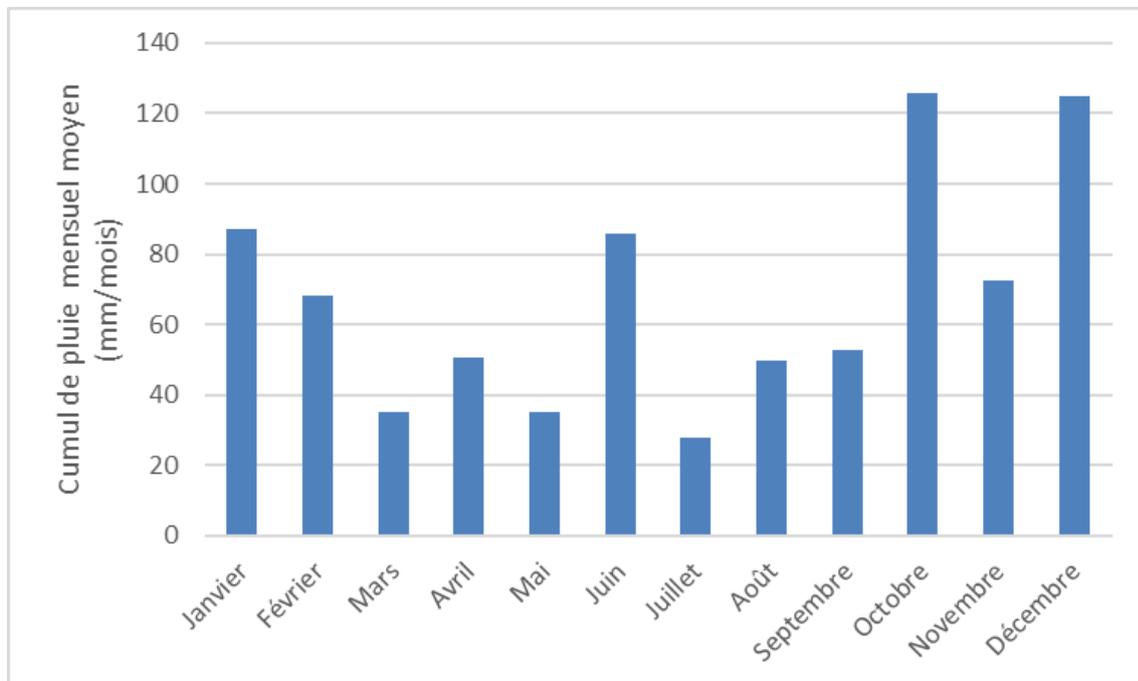
4.5.2.3 Pluviométrie

Dans le cadre de cette étude, nous tiendrons compte des données de pluviométrie.

Tableau 38 : statistiques relatives à la pluviométrie - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans)

	Pluviométrie annuelle (mm)
2020	998,2
2021	733,0
2022	713,0
Moyenne	814,7

Figure 14 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans)



Notons qu'en moyenne sur la période étudiée (du 01/01/2020 au 31/12/2022), il est tombé environ 814,7 mm de pluie par an, l'année 2020 étant l'année la plus pluvieuse (cf. Tableau 38).

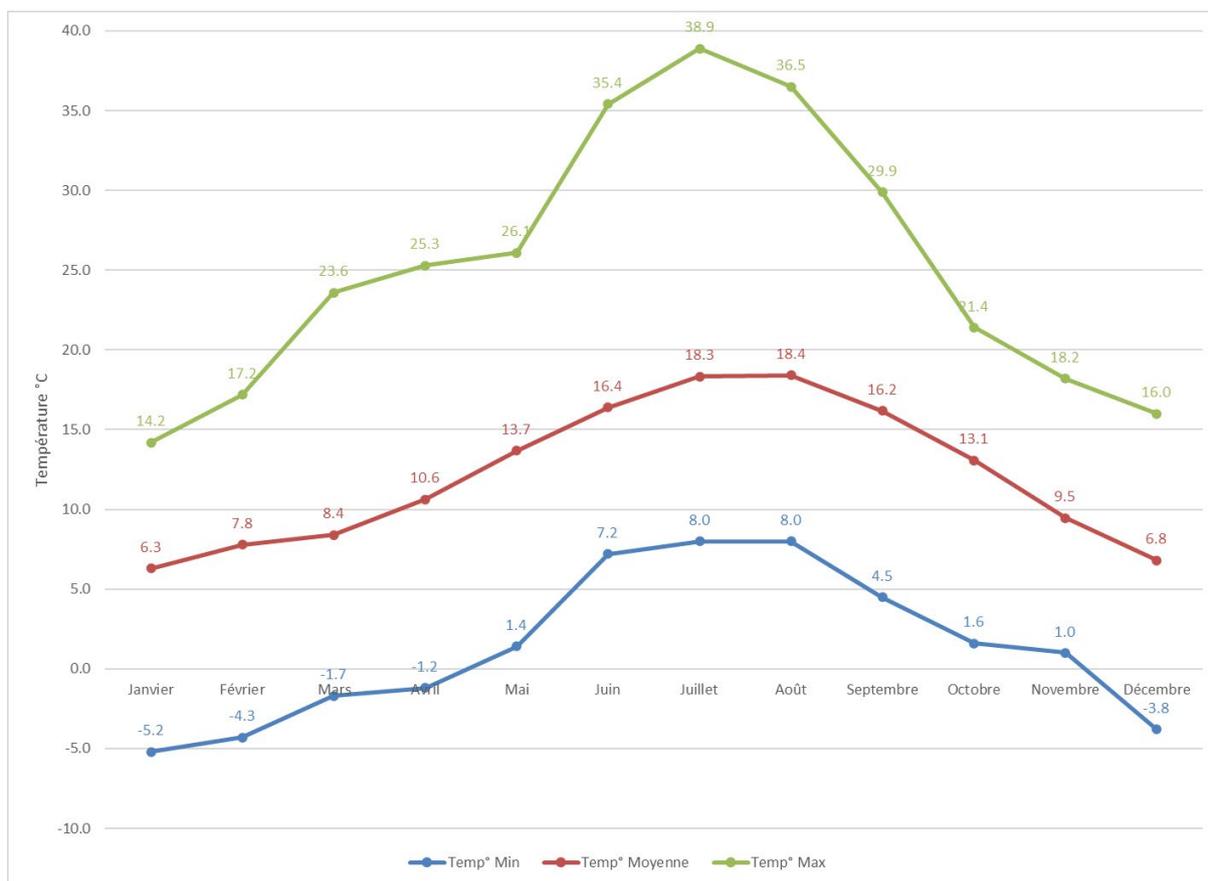
4.5.2.4 Températures

La température de l'air, dernier paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 11,6°C pour les trois années d'observations et varie peu au cours des trois années comme le montre le Tableau 39. La Figure 15 présente les variations moyennes mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur la période du 01/01/2020 au 31/12/2022.

Tableau 39 : statistiques relatives à la température de l'air - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans)

	Température moyenne (°C)
2020	12,1
2021	10,6
2022	12,0
Moyenne	11,6

Figure 15 : variation moyenne mensuelle de la température - Station Pontivy - 2020 à 2022 (3 ans)



4.6 QUALITE DE L'AIR

4.6.1 Réglementation de la qualité de l'air en France

Les concentrations de polluants dans l'air caractérisent la qualité de l'air que l'on respire. Les critères réglementaires de qualité dans l'air sont régis par différents niveaux :

- **Valeur cible** : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.
- **Objectif de qualité** : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.
- **Valeur limite** : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.
- **Niveau critique** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.
- **Seuil d'information et de recommandation** : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.
- **Seuil d'alerte** : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Le Tableau 40 présente les valeurs réglementaires françaises du Code de l'Environnement (Titre II Livre II) relatif aux objectifs de qualité de l'air et aux valeurs limites.

Tableau 40 : valeur réglementaire française relative à la qualité de l'air

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeur cible (en moyenne annuelle)
NO₂	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/2010 : 40 µg/m³.</p> <p>En moyenne horaire : depuis le 01/01/2010 : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99,8)</p>		<p>En moyenne horaire : 200 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 400 µg/m³ dépassé sur 3h consécutives - 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain 	-
SO₂	<p>En moyenne journalière : 125 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (centile 99,2)</p> <p>En moyenne horaire : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an (centile 99,7)</p>	<p>En moyenne annuelle : 50 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire : 300 µg/m³</p>	<p>En moyenne horaire sur 3h consécutives : 300 µg/m³</p>	-
PM₁₀ (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres)	<p>En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m³.</p> <p>En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90,4)</p>	<p>En moyenne annuelle : 30 µg/m³</p>	<p>En moyenne journalière : 50 µg/m³</p>	<p>En moyenne journalière : 80 µg/m³</p>	-
CO	<p>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (centile 100) : 10 000 µg/m³.</p>	-	-	-	-

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeur cible (en moyenne annuelle)
Benzène	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/2010 : 5 µg/m ³ .	En moyenne annuelle : 2 µg/m ³ .	-	-	-
PM2,5 (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm)	En moyenne annuelle : 25 µg/m ³ depuis l'année 2015	En moyenne annuelle : 10 µg/m ³	-	-	20 µg/m ³
Arsenic	-	-	-	-	6 ng/m ³
Cadmium	-	-	-	-	5 ng/m ³
Nickel	-	-	-	-	20 ng/m ³
Plomb	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/02 : 0,5 µg/m ³	En moyenne annuelle : 0,25 µg/m ³	-	-	-
Benzo(a)pyrène (traceur du risque cancérigène lié aux HAP)	-	-	-	-	1 ng/m ³
Ozone		Seuil de protection de la santé, pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m ³ pendant une année civile. Seuil de protection de la végétation, AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 6 000 µg/m ³ .h	En moyenne horaire : 180 µg/m ³ .	Pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire : 240 µg/m ³ sur 1 heure Pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence, en moyenne horaire : - 1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³ dépassé pendant 3h consécutives.	Seuil de protection de la santé : 120 µg/m ³ pour le max journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans. Seuil de protection de la végétation :

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information	Seuils d'alerte	Valeur cible (en moyenne annuelle)
				<ul style="list-style-type: none">– 2^{ème} seuil : 300 µg/m³ dépassé pendant 3h consécutives.– 3^{ème} seuil : 360 µg/m³.	AOT 40* de mai à juillet de 8h à 20h : 18 000 µg/m ³ .h en moyenne calculée sur 5 ans.

4.6.2 Bilan de la qualité de l'air régionale

La qualité de l'air en région Bretagne est surveillée par Air Breizh, une association agréée par le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. Comme ses homologues, elle est membre de la Fédération Atmo France qui regroupe 27 associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) et emploie plus de 500 experts de la qualité de l'air.

Air Breizh possède 17 stations de surveillance de l'air (urbaines, périurbaines, rurales, trafic, industrielles) réparties sur l'ensemble du territoire régional.

Les informations présentées dans cette partie sont extraites du bilan de la qualité de l'air 2021¹⁹ dans la région Bretagne (dernier rapport disponible au moment de la rédaction du rapport).

4.6.3 Qualité de l'air sur la zone d'étude

La station la plus proche du site est la station Kergoff, elle se situe en environ 20 km au nord-ouest des limites de site. Il s'agit d'une station de type rurale qui mesure les concentrations en :

- NH₃ ;
- NO₂ ;
- NO_x ;
- O₃ ;
- PM₁₀ ;
- PM_{2,5}.

Le Tableau 41 présente les concentrations mesurées au niveau de la station Kergoff lors des deux dernières années.

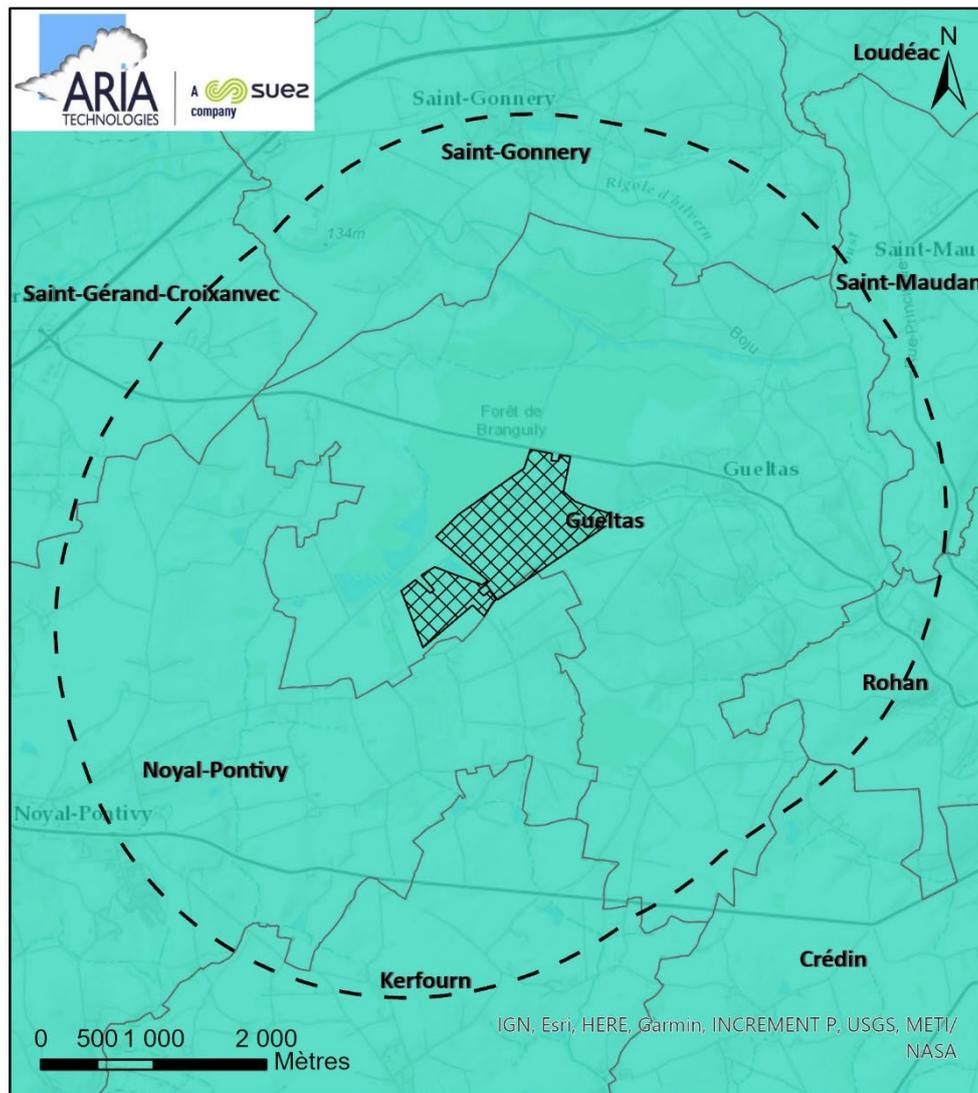
Tableau 41 : concentrations moyennes annuelles mesurées au niveau de la station Air Breizh Kergoff

Polluant	Concentration moyenne annuelle (µg/m ³)		Réglementation française	Valeurs guides OMS 2021
	2020	2021		
PM ₁₀	12	11	40	15
PM _{2,5}	5	7	25	5
NO ₂	4	3	40	10
NH ₃	-	4,8	-	-
BaP	1,00E-05	1,00E-05	1E-03	-
Arsenic	1,20E-04	1,40E-04	6E-03	-
Cadmium	3,00E-05	4,00E-05	5E-03	-
Nickel	2,14E-03	9,40E-04	20E-03	-
Plomb	8,00E-04	1,10E-03	0,5	0,5

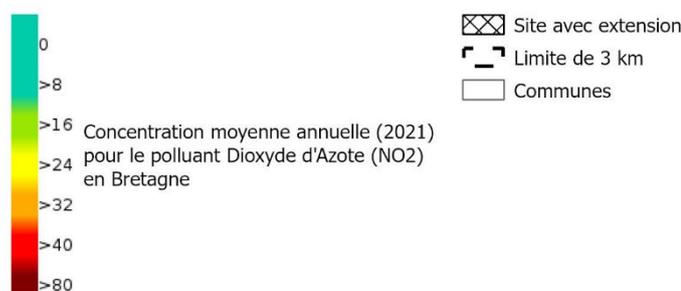
¹⁹ « Bilan de la qualité de l'air en Bretagne en 2021 », Air Breizh, 20 juin 2022.

Les concentrations mesurées au niveau de la station respectent les seuils fixés par la réglementation française et les nouvelles valeurs guides de l'OMS, hormis pour les PM_{2,5} pour lesquelles la valeur guide est dépassée sur l'année 2021.

Figure 16 : carte de concentrations moyennes annuelles en NO₂ – année 2021 (source : Air Breizh)



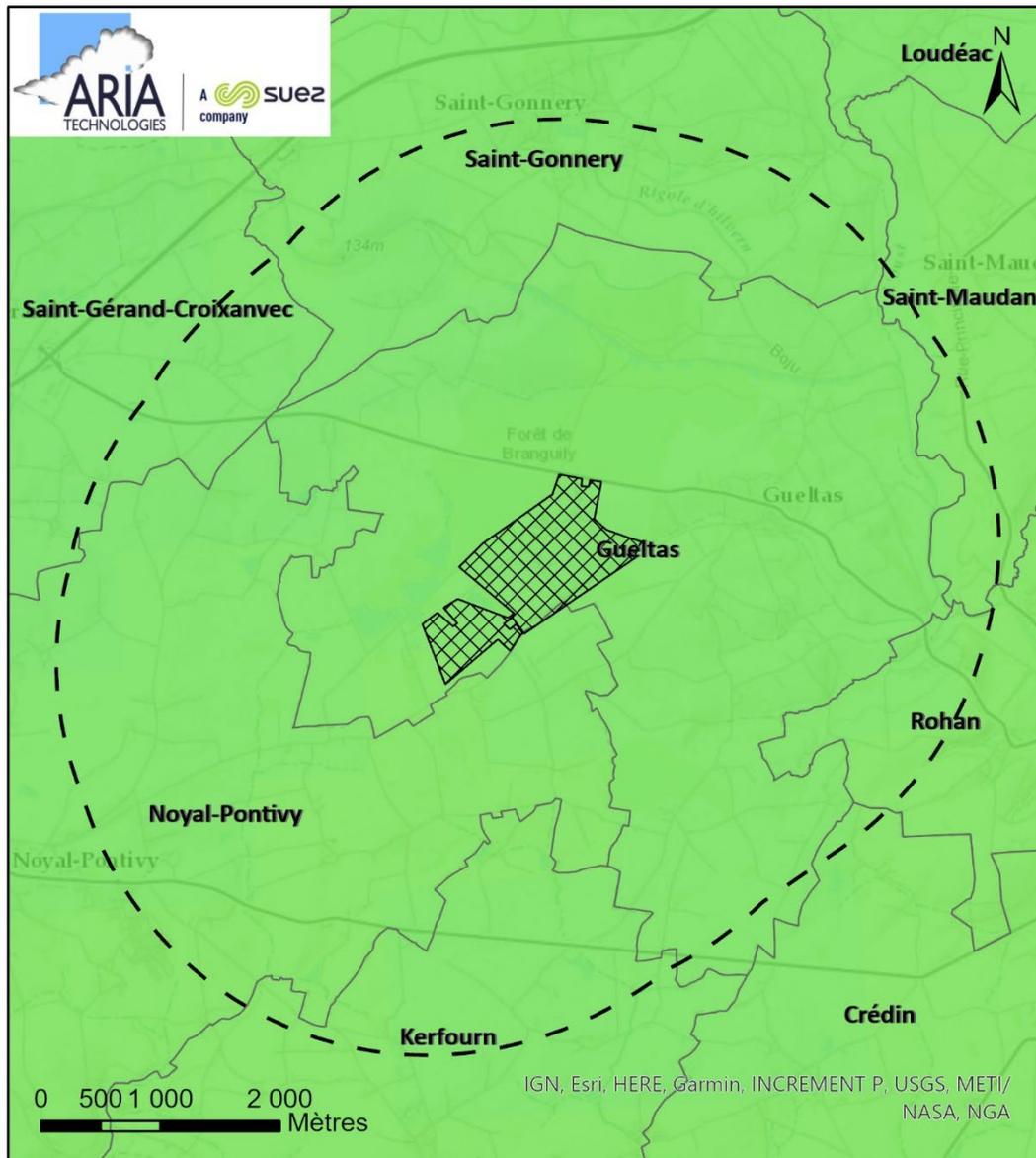
Légende



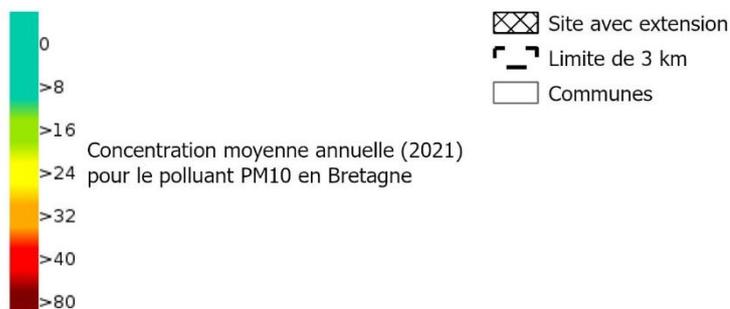
Valeur limite : 40 µg/m³

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote sont inférieures à la valeur limite à proximité de la zone de projet.

Figure 17 : carte de concentrations moyennes annuelles en PM10 – année 2021 (source : Air Breizh)



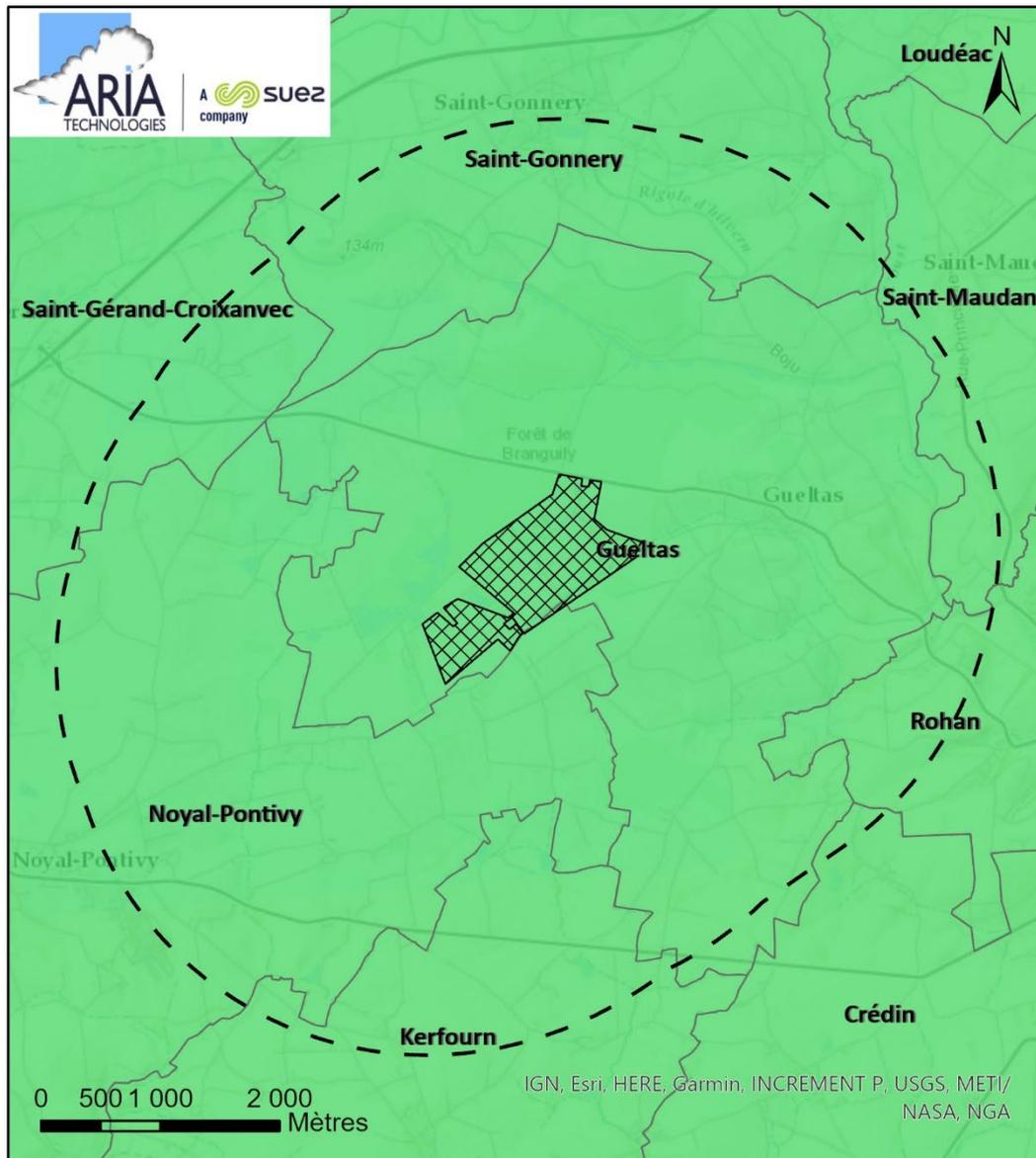
Légende



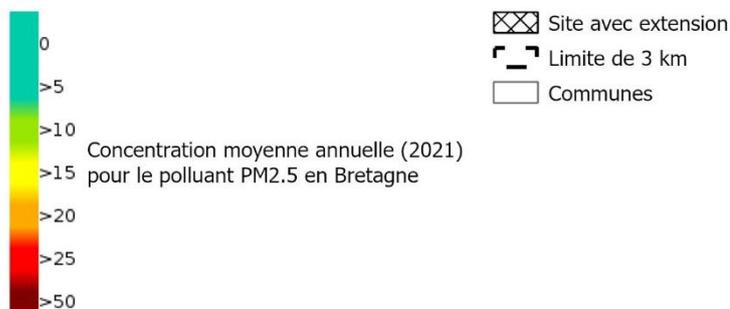
Objectif de qualité : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Valeur limite : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Les concentrations de poussières inférieures à $10 \mu\text{m}$ (PM10) sont inférieures aux valeurs limites à proximité de la zone de projet.

Figure 18 : carte de concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} – année 2021 (source : Air Breizh)



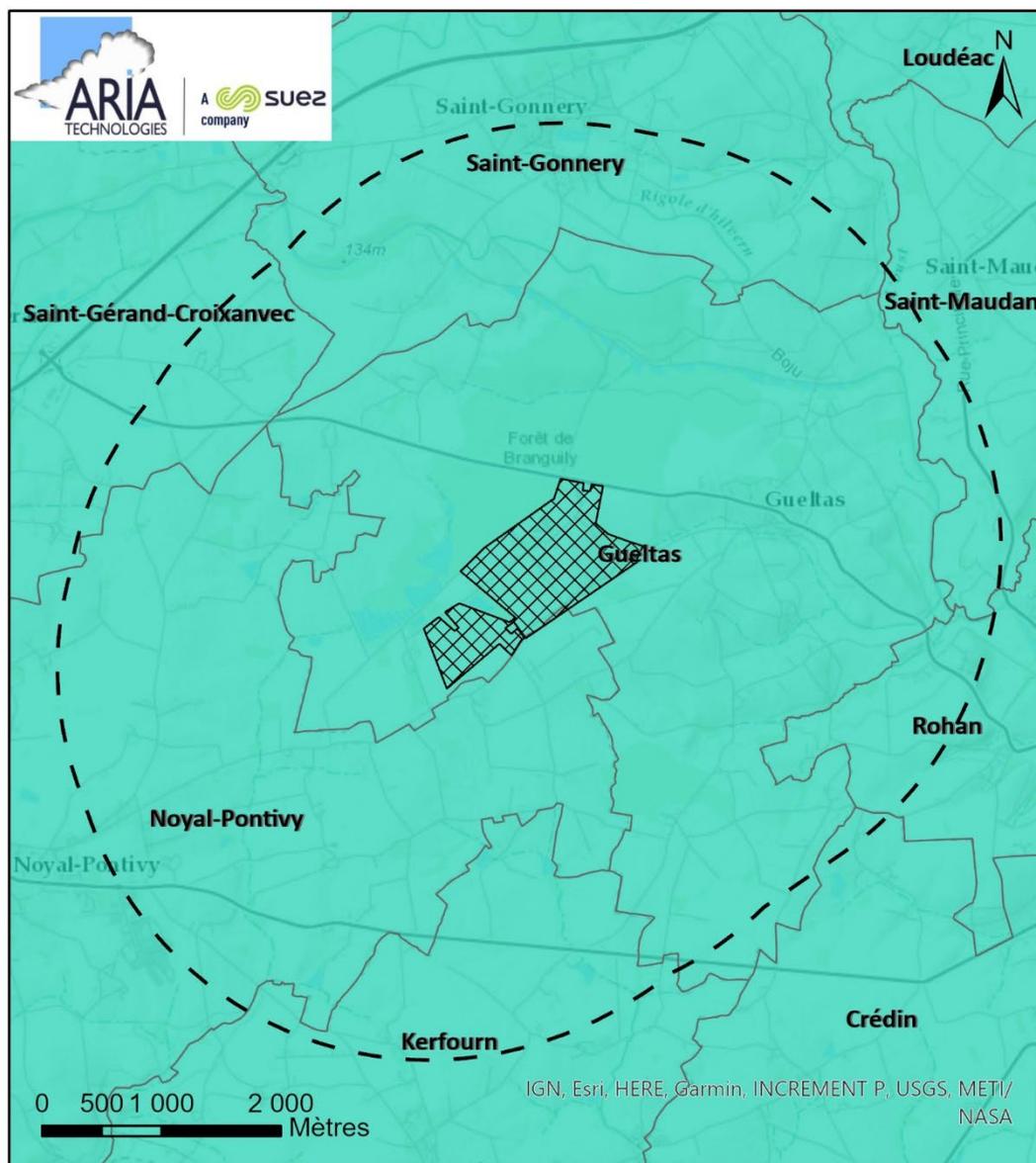
Légende



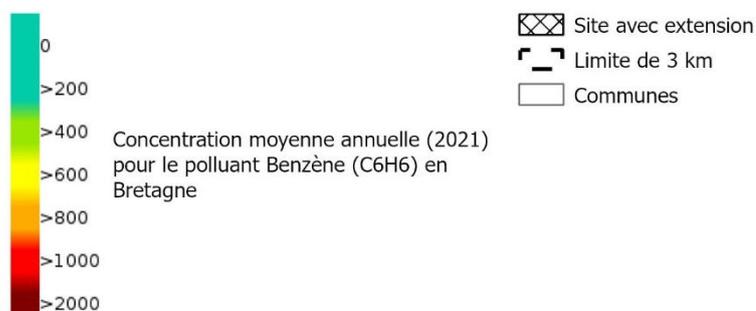
Objectif de qualité : 10 µg/m³ ; Valeur limite : 25 µg/m³

Les concentrations de poussières inférieures à 2,5 µm (PM_{2,5}) sont inférieures à la valeur limite à proximité de la zone de projet mais atteignent l'objectif de qualité de l'air.

Figure 19 : carte de concentrations moyennes annuelles en benzène- année 2021 (source : Air Breizh)



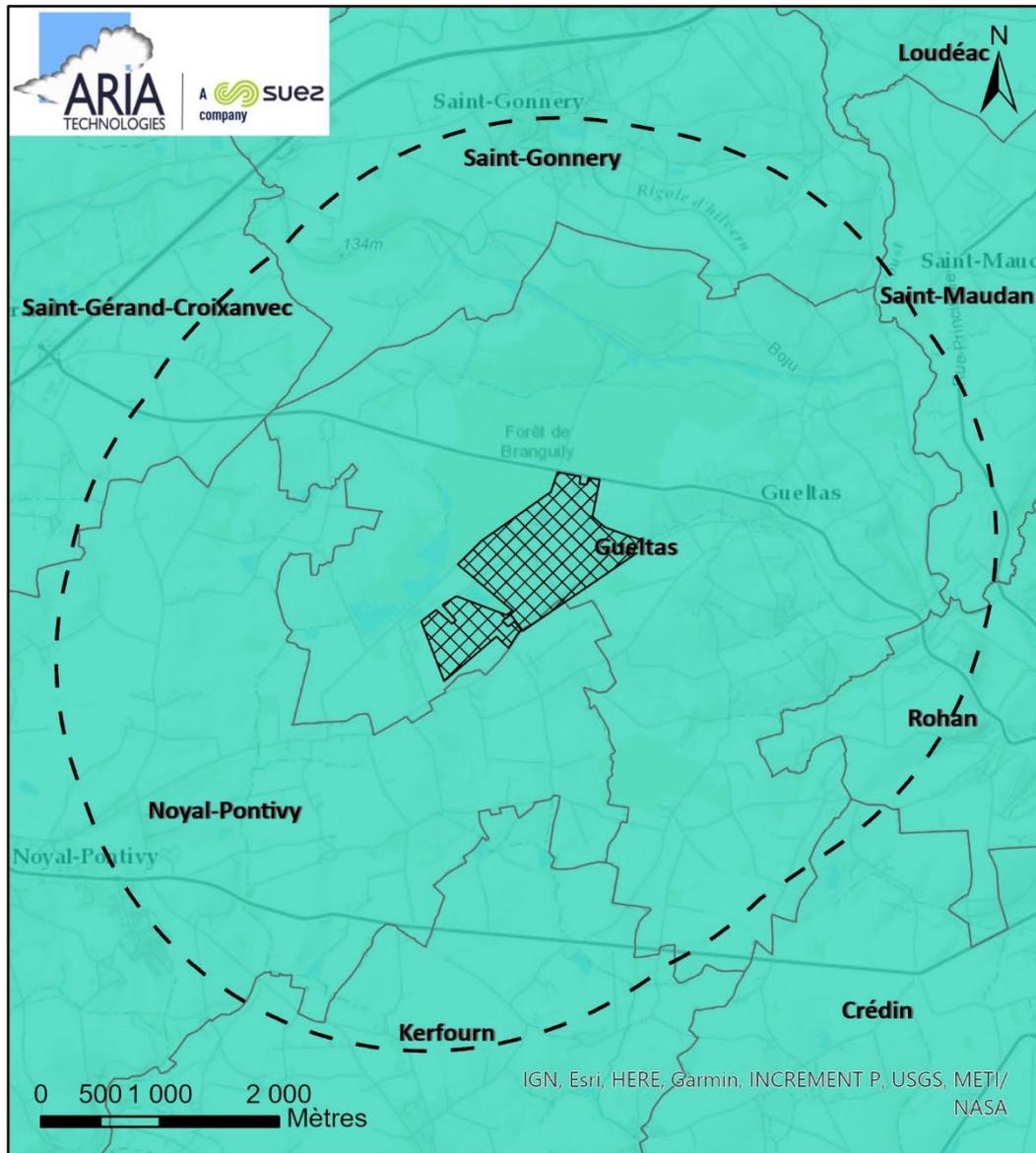
Légende



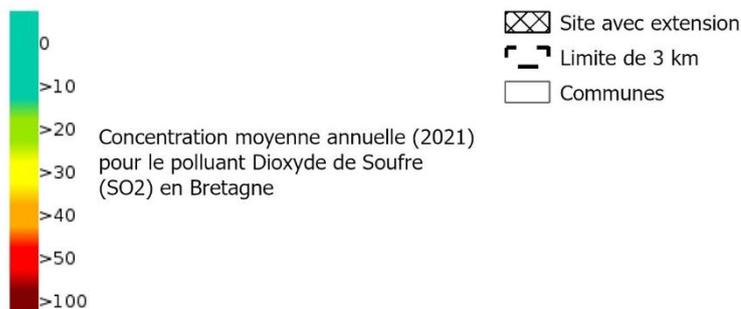
Objectif de qualité : 2 µg/m³ ; Valeur limite : 5 µg/m³

Les concentrations en benzène sont inférieures à la valeur limite à proximité de la zone de projet et à l'objectif de qualité de l'air.

Figure 20 : carte de concentrations moyennes annuelles en SO₂ – année 2021 (source : Air Breizh)



Légende



Objectif de qualité : 50 µg/m³

Les concentrations de dioxyde de soufre sont inférieures à l'objectif de qualité de l'air.

4.7 SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

L'exposition des personnes vivant au voisinage d'une installation industrielle émettrice d'effluents dans l'atmosphère peut se produire :

- Soit directement par inhalation pour toutes les substances émises à l'atmosphère ;
- Soit de façon indirecte par ingestion par le biais de retombées de particules responsables de la contamination de la chaîne alimentaire ;
- Soit par contact cutané.

Les personnes habitant ou travaillant à proximité du site inhalent l'air ambiant. Elles sont donc susceptibles d'être exposées de manière directe par inhalation aux effets des rejets atmosphériques du site. **La voie d'exposition par inhalation est donc conservée.**

L'exposition par ingestion peut être :

- Soit directe par le biais d'ingestion de poussières (mains, objets ou aliments souillés par de la terre et portés à la bouche). Des études expérimentales ont en effet permis d'estimer la part de poussières et de sols ingérés par les personnes exposées pour différentes tranches de la vie. Il est montré que les enfants, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes ;
- Soit indirecte par le transfert de contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Cette voie concerne les composés susceptibles de se redéposer et qui ont de plus un caractère bio-cumulatif, c'est-à-dire qui ont la possibilité de s'accumuler sans être dégradés dans les végétaux et animaux.

Compte tenu de la présence de prairies à proximité du site, l'élevage est possible dans la zone d'étude. De plus, de nombreuses cultures sont recensées tout autour de la zone du projet. C'est pourquoi **la voie par ingestion sera conservée pour les substances pouvant s'accumuler dans la chaîne alimentaire**, à savoir les HAPs, les dioxines/furanes et les métaux.

Ainsi, au regard des données locales relatives à la caractérisation des milieux (cf. chapitre 4) :

- L'existence de jardins potagers privés ne peut être exclue autour du site :
 - ⇒ l'exposition par ingestion de fruits et légumes est possible et sera donc prise en compte dans cette étude.
- Quelques élevages (professionnels) sont susceptibles de se trouver sur la zone d'étude. De plus, l'élevage de volailles en plein air par des particuliers ne peut être écarté :
 - ⇒ l'exposition par ingestion de la viande et du lait de bovins potentiellement élevés dans la zone d'étude est conservée ;
 - ⇒ l'exposition par ingestion de viande de volailles et d'œufs est possible et sera donc prise en compte dans cette étude.

En ce qui concerne la voie cutanée, elle ne sera pas conservée. Elle peut être en effet considérée comme négligeable par rapport à l'inhalation et l'ingestion. De plus, il n'existe pas de valeur toxicologique de référence (VTR) pour cette voie d'exposition²⁰.

²⁰ La note d'information de la DGS du 31 octobre 2014 précise en effet qu'« en l'absence de procédures établies

Aucun lieu de baignade n'a été recensé dans la zone d'étude. **La voie d'exposition des populations par ingestion d'eau lors de la baignade ou par contact cutané est donc écartée.**

L'exposition *via* l'ingestion d'eau du robinet n'est pas retenue dans la présente étude. En effet, l'eau consommée à partir du robinet subit un traitement en usine d'eau potable qui lui confère une composition différente de celle de la ressource utilisée.

Les voies suivantes ne sont pas à étudier, car très minoritaires ou non quantifiables :

- L'inhalation de particules de sol remises en suspension dans l'air ;
- L'absorption cutanée des gaz et particules en suspension dans l'air ;
- L'ingestion d'animaux terrestres chassés dans la zone d'influence des rejets atmosphériques de l'installation.

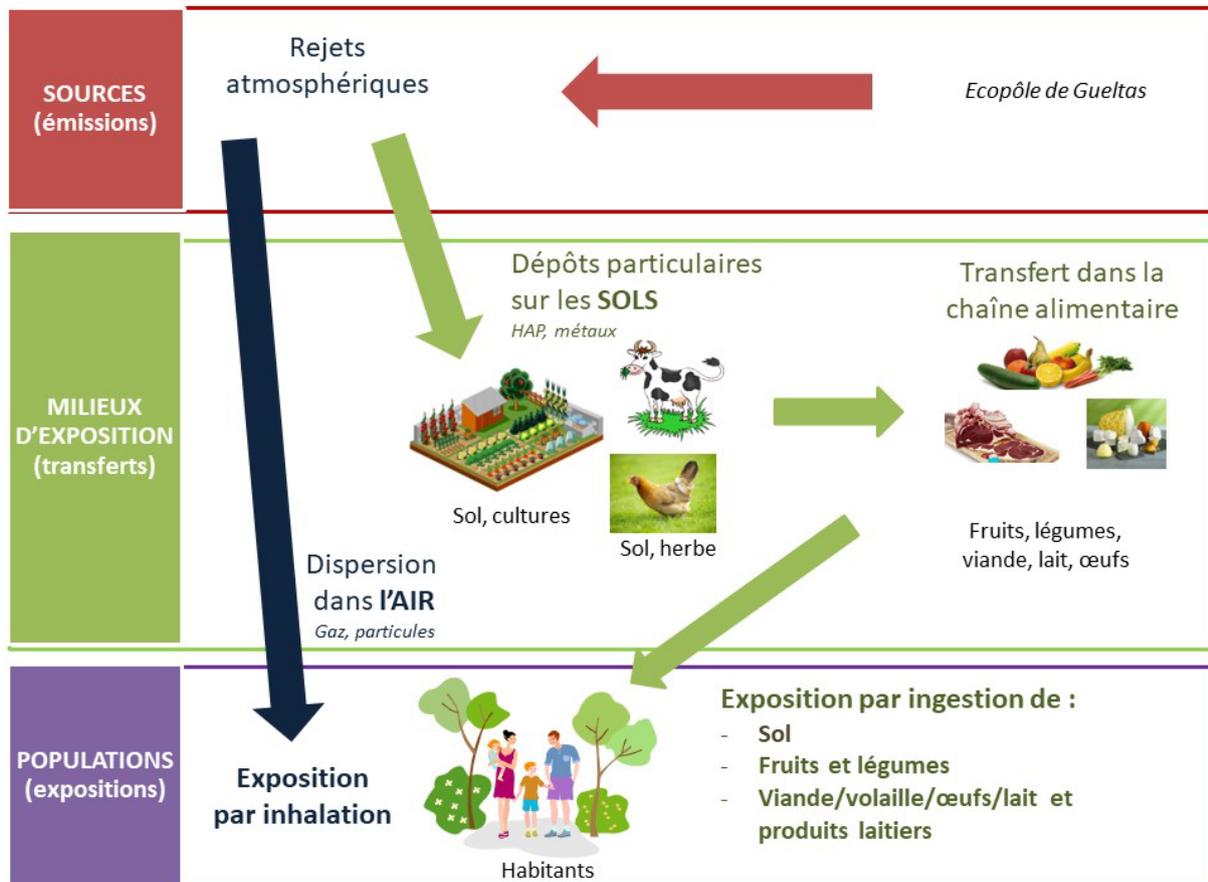
Compte tenu des rejets du site, des usages et des populations avoisinantes, les voies d'exposition retenues sont donc :

- **L'inhalation,**
- **L'ingestion :**
 - **de sol ;**
 - **de viande, volailles, œufs, lait, produits laitiers ;**
 - **de fruits et légumes.**

Le Schéma Conceptuel d'Exposition autour du site est présenté sur la Figure 21.

pour la construction de VTR pour la voie cutanée, ils [les pétitionnaires] ne doivent envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ».

Figure 21 : schéma conceptuel d'exposition autour du projet



5. CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE

5.1 SUBSTANCES D'INTERET

Le recensement des sources d'émission et des substances émises (cf. paragraphe 3) a permis de quantifier les émissions dans l'air pour les substances présentées dans le Tableau 42.

Tableau 42 : composés émis dans l'air par les installations du site

Nom	N°CAS	Formule chimique
Monoxyde de carbone	630-08-0	CO
Oxydes d'azote (NO _x éq. NO ₂)	10102-44-0	NO _x
Dioxyde de soufre	7446-09-5	SO ₂
Poussières	-	-
Sulfure d'hydrogène	7783-06-4	H ₂ S
Ammoniac	7664-41-7	NH ₃
Acide chlorhydrique	7647-01-0	HCl
Acide fluorhydrique	7664-39-3	HF
Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)	-	-
Acétaldéhyde	75-07-0	C ₂ H ₂ O
Benzène	71-43-2	C ₆ H ₆
1,2 dichloroéthane	107-06-2	C ₂ H ₄ Cl ₂
Dioxines/Furanes	1746-01-6	PCDD/F
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques représentés par le benzo(a)pyrène	50-32-8	B(a)P
Naphtalène	91-20-3	Naphtalène
Cadmium	7440-43-9	Cd
Mercuré	7439-97-6	Hg
Nickel	7440-02-0	Ni

Les oxydes d'azote sont assimilés au dioxyde d'azote (NO₂), substance présentant le plus d'intérêt du point de vue toxicologique.

5.2 IDENTIFICATION DES DANGERS

L'étape d'identification des dangers présente la toxicité des composés émis par les installations. Il est rapporté les effets sur la santé et en particulier le risque cancérogène et les différentes voies d'exposition.

Les substances chimiques sont susceptibles de provoquer des effets aigus liés à des expositions courtes à des doses généralement élevées, et des effets subchroniques et chroniques susceptibles d'apparaître suite à une exposition prolongée à des doses plus faibles. **Dans le cadre de la présente évaluation de risques sanitaires, seule l'exposition chronique sera étudiée.**

À partir de données trouvées dans la littérature, le Tableau 44 présente, pour l'ensemble des composés inventoriés, les voies d'exposition principales, les dangers possibles, ainsi que la classification du

caractère cancérigène pour l'OMS/CIRC et l'EPA. Le Tableau 43 rappelle la définition des différentes classifications.

Tableau 43 : classifications CIRC et US-EPA pour les effets cancérigènes

CIRC – OMS	US EPA
1 : cancérigènes pour l'homme	A : cancérigènes pour l'homme (preuves suffisantes chez l'homme)
2A : cancérigènes probables pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal)	B1 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme)
	B2 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal)
2B : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme, suffisantes ou limitées chez l'animal)	C : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme et limitées chez l'animal)
3 : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme	D : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme et chez l'animal)
4 : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal	E : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal

Tableau 44 : identification des dangers par substance dans l'air

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité	
				CIRC	EPA
Monoxyde de carbone	630-08-0	Système respiratoire	Inhalation	-	-
Oxydes d'azote	10102-44-0	Système respiratoire	Inhalation	-	-
Dioxyde de soufre	7446-09-5	Système respiratoire	Inhalation	3	-
Poussières	-	Système respiratoire	Inhalation, Ingestion	-	-
Sulfure d'hydrogène	7783-06-4	Système nerveux	Inhalation	-	-
Ammoniac	7664-41-7	Système respiratoire	Inhalation	-	-
Acide chlorhydrique	7647-01-0	Système respiratoire	Inhalation	3	-
Acide fluorhydrique	7664-39-3	Os	Inhalation	-	-
Acétaldéhyde	75-07-0	Système respiratoire	Inhalation	2B	B2
Benzène	71-43-2	Système immunitaire ; Système sanguin	Inhalation	1	A
1,2 dichloroéthane	107-06-2	Poumons, foie, reins	Inhalation	2B	B2
Dioxines/Furanes	1746-01-6	Développement, Système reproducteur	Inhalation, Ingestion	1	A
Benzo(a)pyrène	50-32-8	Système respiratoire ; Système hépatique ; Système reproducteur ; Système nerveux	Inhalation, Ingestion	2A	B2
Naphtalène	91-20-3	Système respiratoire, développement	Inhalation, Ingestion	2B	C
Cadmium	7440-43-9	Système respiratoire ; Reins ; Os	Inhalation, Ingestion	1	B1
Mercure	7439-97-6	Systèmes nerveux ; Système rénal	Inhalation, Ingestion	3	D
Nickel	7440-02-0	Système respiratoire ; Développement	Inhalation, Ingestion	2B	A

5.3 ÉTUDE DES RELATIONS DOSE-REPONSE

5.3.1 Définitions

La définition des relations dose-réponse consiste à recueillir dans la littérature l'ensemble des valeurs établissant une relation entre une dose d'exposition et les effets (ou probabilités d'effets) observés.

Ces relations dose-réponse regroupées sous le terme de **valeur toxicologique de référence (VTR)** permettent de caractériser deux mécanismes d'action des toxiques :

- **Les toxiques à effets à seuil** pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque et dont la gravité des effets est proportionnelle à la dose.
- **Les toxiques à effets sans seuil** tels que les cancérigènes génotoxiques pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) ont été définis. Ils correspondent à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (durant toute sa vie²¹ et 24h/24) par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée. Un ERU à 10^{-5} signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aurait une probabilité supplémentaire par rapport au risque de base de 0,00001 de contracter un cancer ou bien, en d'autres termes, que si 100 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Il n'existe pas de valeur seuil sans risque pour les composés à effets sans seuil.

5.3.2 Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Pour chaque substance sélectionnée précédemment, des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ont été recherchées auprès des différentes instances internationales suivantes :

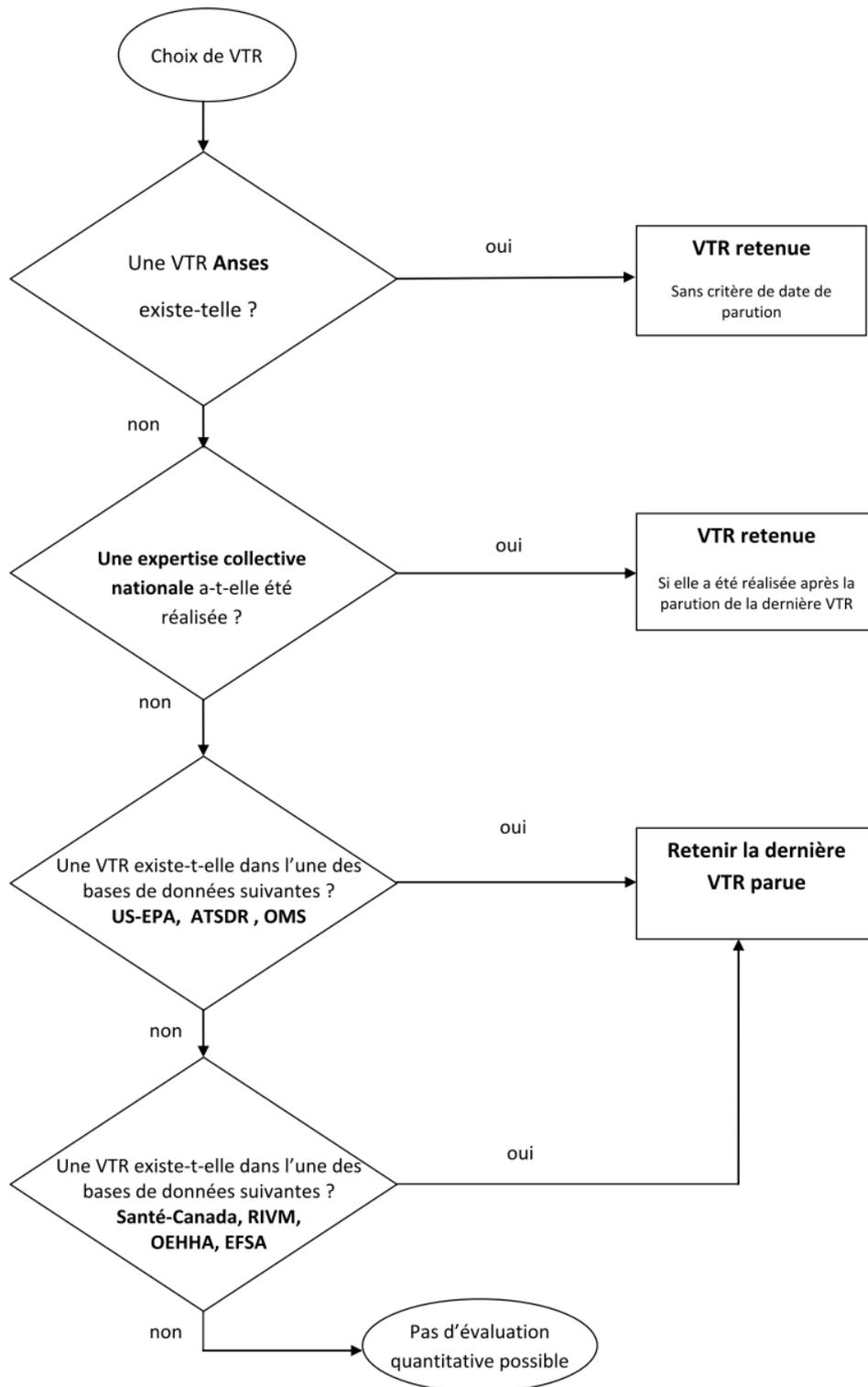
- Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES)
- Environmental Protection Agency (US-EPA)
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS/IPCS)
- Agency for Toxic Substances and Diseases Registry (ATSDR)
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA)
- Santé Canada (Health Canada)
- National Institute of Public Health and the Environment (RIVM)
- European Food Safety Authority (EFSA)

Dans l'objectif de simplifier les modalités de **sélection des VTR** et par la même la vérification des dossiers par les services de l'État, la **Direction Générale de la Santé** a demandé, par une note d'information (DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014), de sélectionner la VTR en suivant le logigramme de la Figure 22 lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition.

Nous appliquerons ces modalités dans le choix des VTR dans le présent rapport.

²¹ Conventionnellement prise égale à 70 ans

Figure 22 : logigramme pour le choix des VTR (DGS)



5.3.3 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

À partir des VTR disponibles dans la littérature consultée, les Tableau 46 et Tableau 47 résument les VTR retenues pour cette étude.

Pour les substances gazeuses, seule la voie par inhalation est étudiée. Les VTR par ingestion ne sont donc pas recherchées pour ces substances.

NO₂, SO₂, poussières (PM₁₀) : la littérature ne fournit pas de VTR pour ces substances, il n'existe que des valeurs guides de l'OMS. Comme le rappelle la note d'information de la DGS (octobre 2014), l'évaluateur doit s'abstenir d'utiliser des valeurs guides de qualité des milieux. Pour ces substances, seules les concentrations dans l'air sont comparées aux valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. En ce qui concerne le SO₂, l'INERIS recommande de comparer les concentrations moyennes annuelles estimées à la valeur fixée par l'OMS pour une exposition aiguë (40 µg/m³ sur 24h) également pour des expositions chroniques, à défaut de VTR et de valeur guide correspondante, plutôt que la valeur réglementaire (50 µg/m³ en moyenne annuelle), cette dernière étant moins protectrice. Le Tableau 45 présente les valeurs guides retenues pour les PM₁₀, le SO₂ et le NO₂ en l'absence de VTR.

PM_{2,5} : il existe une valeur recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (cf. Tableau 32) et une VTR a également été publiée par l'ANSES en janvier 2023. Les PM_{2,5} feront l'objet d'un paragraphe particulier.

Monoxyde de carbone (CO) : la littérature ne fournit pas de VTR ni de valeur guide pour une exposition chronique. Cette substance ne sera donc pas retenue dans le cadre de l'ERS.

Dioxines/Furanes : l'ensemble de la communauté scientifique admet que le mécanisme d'action cancérigène des dioxines est non génotoxique. Seule l'approche « à seuil » est retenue dans cette étude, conformément aux recommandations du CSHPF, de l'AFSSA et de l'OPERSEI.

Mercure : l'importance des travaux sur le mercure permet de savoir que le mercure émis dans l'atmosphère va passer sous forme organique ou inorganique dans les sols et dans les végétaux, dans des proportions différentes. Il est possible de distinguer les risques spécifiquement liés à chacune des formes de mercure car il existe des VTR spécifiques. La forme organique (méthylmercure en particulier) est plus toxique, par ingestion, que la forme inorganique.

Tableau 45 : valeurs guides

Composé	Voie d'exposition	Valeurs guides	Source et Date	Organe cible / Effets critiques	Type d'étude
NO ₂	Inhalation	10 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme
PM10	Inhalation	15 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme
PM2,5	Inhalation	5 µg/m ³	OMS 2021	Système respiratoire	Homme
SO ₂	Inhalation	40 µg/m ³ (moyenne sur 24h)	OMS 2021	Système respiratoire	Homme

Tableau 46 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR	Référence	Année de révision	Justification du choix
Sulfure d'hydrogène (H ₂ S)	Inhalation	Système respiratoire	-	2 µg/m ³	EPA	2003	Choix INERIS 2011
Ammoniac (NH ₃)	Inhalation	Système respiratoire	Diminution de la fonction pulmonaire	500 µg/m ³	ANSES	2018	VTR ANSES prioritaire
Acide chlorhydrique (HCl)	Inhalation	Système respiratoire	-	9 µg/m ³	OEHHA	2000	Seule VTR disponible
Acide fluorhydrique (HF)	Inhalation	Os	Fluorose osseuse	14 µg/m ³	OEHHA	2003	Choix INERIS 2011
Acétaldéhyde	Inhalation	Système respiratoire	Dégénérescence de l'épithélium olfactif	160 µg/m ³	ANSES	2014	Choix ANSES 2014
Benzène	Inhalation	Système immunitaire	-	10 µg/m ³	ATSDR	2007	Choix ANSES 2008
1,2 dichloroéthane	Inhalation	Foie	Insuffisance hépatique	3 000 µg/m ³	ATSDR	2001	Seule VTR dans les bases ATSDR, EPA, OMS
Dioxines/furanes	Inhalation	Foie, poumons	Effets hépatiques et pulmonaires	4.10 ⁻⁵ µg/m ³	OEHHA	2000	Choix INERIS 2015
	Ingestion	Système reproducteur	-	2,86.10 ⁻¹⁰ mg/kg/j	EFSA	2018	Choix INERIS 2019
Benzo(a)pyrène	Inhalation	Développement	Baisse de survie des embryons	2.10 ⁻³ µg/m ³	EPA	2017	Choix INERIS 2018

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR	Référence	Année de révision	Justification du choix
	Ingestion	Développement	Changement comportemental	3.10^{-4} mg/kg/j	EPA	2017	Choix INERIS 2018
Naphtalène	Inhalation	Système respiratoire	Lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	$37 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES	2013	VTR ANSES prioritaire
	Ingestion	Poids corporel	Diminution du poids	2.10^{-2} mg/kg/j	EPA	1998	Seule VTR dans les bases ATSDR, EPA, OMS Expertise collective : choix INERIS (2014)
Cadmium (Cd)	Inhalation (Effets non cancérigènes)	Reins	Augmentation de 5% atteinte tubulaire dans la population générale	$0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES	2012	VTR ANSES prioritaire
	Inhalation (Effets cancérigènes)	Système respiratoire	Incidence combinée des tumeurs pulmonaires	$0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	ANSES	2012	VTR ANSES prioritaire
	Ingestion	Système squelettique	Risque d'ostéoporose ou de fractures osseuses	$0,35 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	ANSES	2019	VTR ANSES prioritaire
Mercure (Hg)	Inhalation	Systèmes nerveux	Effets neurologiques : troubles de la mémoire, un manque d'autonomie ainsi que des tremblements de la main	$0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$	OEHHA	2008	Choix INERIS 2014
	Ingestion (Hg inorganique)	Système rénal	-	$5,7.10^{-4}$ mg/kg/j	EFSA	2012	Choix ANSES 2016
	Ingestion (Hg organique)	Système nerveux	-	$1,9.10^{-4}$ mg/kg/j	EFSA	2012	Choix ANSES

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR	Référence	Année de révision	Justification du choix
Nickel (Ni)	Inhalation	Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	0,23 µg/m ³	TCEQ	2011	Choix ANSES
	Ingestion	Développement	Perte de poids	0,0028 mg/kg/j	EFSA	2015	Choix ANSES 2018

Tableau 47 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR	Référence	Année de révision	Justification du choix
Acétaldéhyde	Inhalation	Système respiratoire	Augmentation de l'incidence des adénocarcinomes et des carcinomes des cellules squameuses de la cloison nasale	2,2.10 ⁻⁶ (µg.m ⁻³) ⁻¹	EPA	1991	Choix INERIS 2017
Benzène	Inhalation	Système sanguin	Leucémie	2,6.10 ⁻⁵ (µg.m ⁻³) ⁻¹	ANSES	2014	VTR ANSES prioritaire
1,2 dichloroéthane	Inhalation	Glandes mammaires	Tumeurs	3,4.10 ⁻⁶ (µg.m ⁻³) ⁻¹	ANSES	2009	VTR ANSES prioritaire
Benzo(a)pyrène	Inhalation	Système respiratoire	Apparition de tumeurs respiratoires	6.10 ⁻⁴ (µg.m ⁻³) ⁻¹	EPA	2017	Choix INERIS 2018
	Ingestion	Estomac	Cancer	1,0 (mg/kg/j) ⁻¹	EPA	2017	Choix INERIS 2018
Naphtalène	Inhalation	Système respiratoire	Neuroblastomes de l'épithélium olfactif	5,6.10 ⁻⁶ (µg.m ⁻³) ⁻¹	ANSES	2013	VTR ANSES prioritaire
	Ingestion	Système respiratoire	Neuroblastomes de l'épithélium olfactif	0,12 (mg/kg/j) ⁻¹	OEHHA	2011	Choix INERIS 2014
Nickel	Inhalation	Poumons	Cancer	1,7.10 ⁻⁴ (µg.m ⁻³) ⁻¹	TCEQ	2011	Valeur retenue par l'ANSES
PM _{2,5} *	Inhalation	-	-	1,28.10 ⁻² (µg.m ⁻³) ⁻¹	ANSES	2023	Choix ANSES 2023

* Les PM_{2,5} feront l'objet d'un paragraphe particulier.

5.4 CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE

Conformément à la démarche décrite dans le guide INERIS 2021 et aux pratiques courantes, les traceurs de risque sont choisis en fonction des émissions, des toxicités des substances émises, des concentrations dans l'environnement, des classements des ratios des émissions divisées par les VTR pour les effets à seuil.

Les critères de choix suivants sont définis :

- Toutes les substances présentant des risques cancérigènes sont retenues ;
- Application de la méthode des scores (démarche classiquement utilisée notamment par l'INERIS) aux émissions du site. Le ratio « flux à l'émission divisé par la VTR » est calculé, et :
 - Toutes les substances pour lesquelles le ratio est supérieur à 10% du ratio le plus élevé sont retenues ;
 - Les substances pour lesquelles les ratios sont inférieurs à 1% du ratio le plus élevé sont écartées ;
 - Les substances pour lesquelles le ratio est compris entre 1 et 10% sont retenues selon les résultats de l'étude de l'état des milieux (cf. paragraphe 7).

Le classement des traceurs de risque suivant le ratio flux/VTR est présenté dans le Tableau 48 ainsi que le choix (retenu/non retenu) effectué. Pour chaque voie (ingestion ou inhalation) apparaissent :

- Sur fond rouge foncé : le score maximal ;
- Sur fond rouge clair : les scores supérieurs à 10% du score maximal ;
- Sur fond orange : les scores compris entre 1% et 10% du score maximal ;
- Sur fond vert : les scores inférieurs à 1% du score maximal.

Tableau 48 : classement des traceurs de risque suivant le ratio flux/VTR

Substance	N°CAS	Emissions (t/an)	VTR à seuil	Risque à seuil	Substance cancérigène	Commentaires (Substance retenue et justification du choix)		
HCl	7647-01-0	7.70E+00	9.00E+00	8.56E-01	Non	Oui => Score = score max inhalation		
HF	7664-39-3	1.66E+00	1.40E+01	1.18E-01	Non	Oui => Score = score > 10% du score max inhalation		
NH3	7664-41-7	1.33E+01	5.00E+02	2.66E-02	Non	Oui => Score = score > 1% du score max inhalation		
H2S	7783-06-4	1.38E+00	2.00E+00	6.88E-01	Non	Oui => Score = score > 10% du score max inhalation		
Poussières		1.86E+01		-	-			
COVNM		1.36E+01		-	-			
Dichloroéthane-1,2	107-06-2	2.42E-02	3.00E+03	8.08E-06	-	Non => Score = score < 1% du score max inhalation		
Benzène	71-43-2	7.78E-01	1.00E+01	7.78E-02	-	Oui => Score = score > 1% du score max inhalation		
Benzo(a)pyrène	50-32-8	6.27E-06	2.00E-03	3.14E-03	2.09E-05	Oui => Cancérigène		
Naphtalène	91-20-3	6.10E-04	3.70E+01	2.00E+01	1.65E-05	3.05E-05	Oui => Cancérigène	
Cadmium	7440-43-9	2.12E-09	3.00E-01	3.50E-04	7.06E-09	6.06E-06	Oui => Cancérigène	
Nickel	7440-02-0	1.80E-06	2.30E-01	2.80E-03	7.81E-06	6.42E-04	Oui => Cancérigène	
Méthyl mercure	22967-92-6	2.39E-02	3.00E-02	5.70E-04	7.98E-01	4.20E+01	Non	Oui => Score = score > 10% du score max inhalation et ingestion
Mercure inorganique	7439-97-6	2.39E-02	3.00E-02	5.70E-04	7.98E-01	4.20E+01	Non	Oui => Score = score > 10% du score max inhalation et ingestion
Dioxines et furanes		7.18E-08	4.00E-05	2.86E-10	1.80E-03	2.51E+02	Oui => Cancérigène et Score = score max ingestion	
Acétaldéhyde		2.73E-03	1.60E+02	1.70E-05	-	Oui	Oui => Cancérigène	

score < 1% du score max	1% < score < 10% du score max	10% < score < score max	score max	Pas de VTR disponible pour cette voie
-------------------------	-------------------------------	-------------------------	-----------	---------------------------------------

Les substances retenues comme traceurs de risques sont les suivantes :

- Sulfure d'hydrogène ;
- Ammoniac ;
- Acide chlorhydrique ;
- Acide fluorhydrique ;
- Acétaldéhyde ;
- Benzène ;

- **Benzo(a)pyrène ;**
- **Naphtalène ;**
- **Dioxines/furanes ;**
- **Cadmium ;**
- **Mercuré ;**
- **Nickel.**

Le **1,2 dichloroéthane** sera également retenu car avec le benzène et le sulfure d'hydrogène, il fait partie des trois substances retenues comme traceurs de risque par le guide de l'ASTEE relatif aux installations de stockage de déchets non dangereux.

Le **NO₂**, le **SO₂** et les **poussières (PM₁₀ et PM_{2,5})** sont également retenus en tant que traceurs d'émission car ce sont des traceurs de combustion (gaz d'échappement des engins et camions, torchère). Cependant, ils ne feront pas l'objet de calculs des risques car les valeurs guides (OMS) utilisées pour évaluer l'impact sur la santé sont des valeurs de gestion et non des valeurs toxicologiques. Les concentrations modélisées seront simplement comparées à ces valeurs guides. À noter que les PM_{2,5} feront l'objet d'un paragraphe particulier (cf. paragraphe 8.2.4) suite à la publication d'une VTR sans seuil par l'ANSES en janvier 2023.

6. ETUDE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

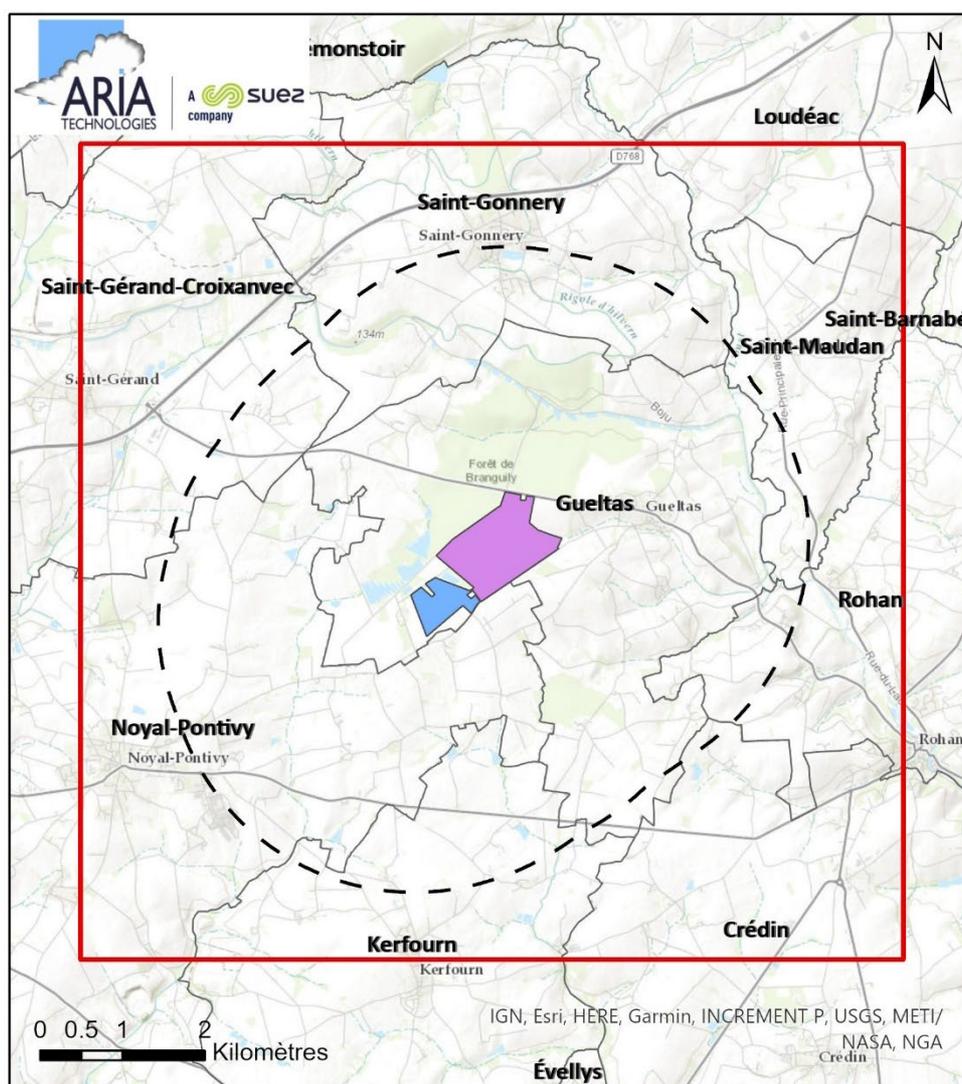
Afin d'estimer les concentrations et dépôts dans l'environnement **attribuables aux installations du site et à sa poursuite d'exploitation**, une étude de dispersion a été réalisée pour les traceurs de risques retenus (cf. paragraphe 5.4).

6.1 DONNEES D'ENTREE

6.1.1 Domaine d'étude

Le domaine d'étude retenu est un carré de 10 km de côté centré sur le site. Il intègre le rayon de 3 km autour des limites du site.

Figure 23 : carte du domaine d'étude



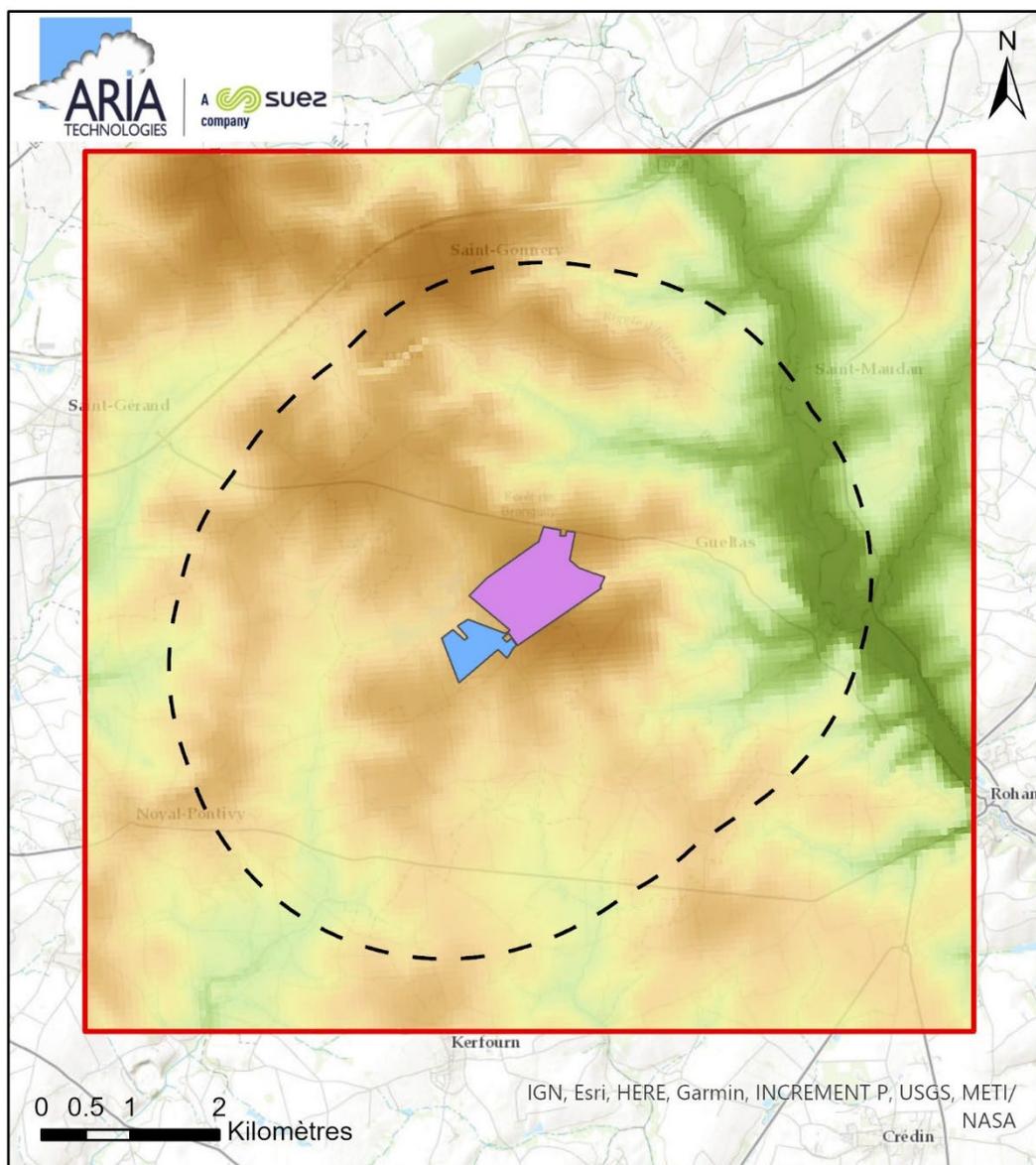
Légende

- | | |
|--|---|
|  Emprise actuelle du site |  Limite de 3 km |
|  Projet d'extension du site |  Domaine de modélisation |
| |  Communes |

6.1.2 Topographie

La topographie est issue d'un Modèle Numérique de Terrain au pas de 75 mètres. La Figure 24 présente une vue 2D de la topographie sur le domaine d'étude. Le relief est compris entre 62 et 176 mètres NGF.

Figure 24 : topographie du domaine d'étude (source : IGN)



Légende

-  Emprise actuelle du site
-  Projet d'extension du site
-  Limite de 3 km
-  Domaine de modélisation

Topographie (en mètres - IGN)

-  176
-  62.83

6.2 DETERMINATION DES CONCENTRATIONS DANS L'AIR ET DES DEPOTS AU SOL

6.2.1 Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages

6.2.1.1 Présentation générale du logiciel

Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact, version 1.8. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site. En revanche, il ne permet pas de considérer les transformations photochimiques des polluants et de calculer les concentrations de polluant secondaires tel que l'ozone.

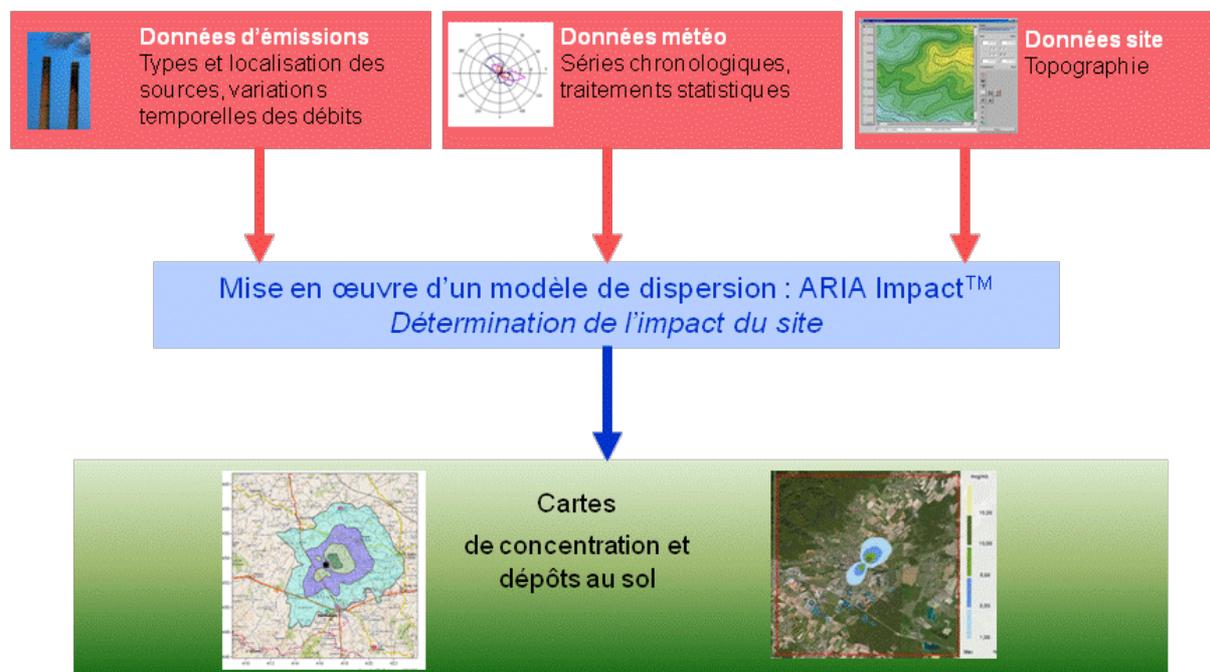
Sans être un modèle tridimensionnel, ARIA Impact peut prendre en compte la topographie de manière simplifiée.

Par ailleurs, ARIA Impact est un modèle gaussien qui répond aux prescriptions de l'INERIS pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013 et remis à jour en septembre 2021).

Une description détaillée du modèle est présentée en Annexe 1.

Le diagramme ci-dessous schématise la méthodologie.

Figure 26 : méthodologie du logiciel ARIA Impact



6.2.1.2 Paramétrages du modèle de dispersion

Les hypothèses de calcul suivantes ont été prises en compte :

- Une prise en compte simplifiée de la topographie ;
- Un modèle de dispersion selon les écarts-types de Pasquill (modèle standard adapté pour les sites ruraux) ;
- Une surélévation du panache due à la vitesse d'éjection et à la température des fumées suivant la formulation de Holland ;
- Le calcul des dépôts au sol et un lessivage du panache par la pluie ;
- Une maille de calcul de 100 mètres ;
- Les émissions présentées au paragraphe 3.

6.2.1.2.1 Calcul des dépôts au sol

Concernant les calculs de dépôts au sol, les calculs prennent en compte les dépôts secs et humides sur le sol conduisant à un appauvrissement du panache.

- **Dépôts secs** : les particules très fines et les gaz se déposent sur les surfaces par divers processus biologiques, chimiques et physiques. Le paramètre qui influence les dépôts secs est la vitesse de dépôt, exprimée en m/s. Cette vitesse permet de tenir compte de la capacité du sol à retenir le polluant qui se dépose. Ces vitesses ont fait l'objet de plusieurs recherches et plusieurs références bibliographiques existent sur ces données.
- **Dépôts humides** : les dépôts humides correspondent aux dépôts de polluant au sol entraînés par la pluie. Les calculs de dispersion qui intègrent le lessivage par la pluie prennent en compte un coefficient de lessivage exprimé en s^{-1} , correspondant à la proportion du polluant qui est entraîné par la pluie pendant 1 seconde.

6.2.1.2.2 Caractéristiques des substances

Le Tableau 49 résume les valeurs utilisées dans le cadre de cette étude pour le calcul des dépôts.

Tableau 49 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des substances étudiées

Polluant	Phase du polluant	Vitesse de dépôt sec (m/s)	Coefficient de lessivage (s^{-1})	Diamètre de particules	Source biblio.
NOx ; SO₂ ; H₂S ; HCl, HF; NH₃ ; Benzène ; Acétaldéhyde	Gaz	0	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0	-
PM₁₀	Particules	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	10	[2]
PM_{2,5}	Particules	$6 \cdot 10^{-3}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	2,5	[2]
Benzo(a)pyrène ; Naphtalène ; Dioxines/furanes	Particules	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	1,3	[3]
Cadmium	Particules	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-5}$	5	[1]
Mercure	Particules	$5 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	1	[4]
Nickel	Particules	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$	5	[1]

[1] « Empirical atmospheric deposition parameters – a survey », T.A. McMahon, P. J. Denison, Atmospheric Environment Vol 13 (1979), 571-585.

[2] Underwood, AEA Technology, Harwell, 2001: Review of Deposition Velocity and washout coefficient.

[3] "Atmospheric particle size distributions of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and their implications for wet and dry deposition", Heike Kaupp, Mickael S. McLachlan, Atmospheric Environment Vol 33 (1999), 85-95.

[4] Petersen G. [1992]. Belastung von Nord- und Ostsee durch o:kologisch gefa:hrliche Stoffe am Beispiel atmospha:rischer Quecksilberverbindungen. GKSS-Forschungszentrum Geesthacht, Forschungsvorhaben 104 02 726, 53 p.

6.2.2 Présentation des résultats

Les résultats sont exprimés sous forme de :

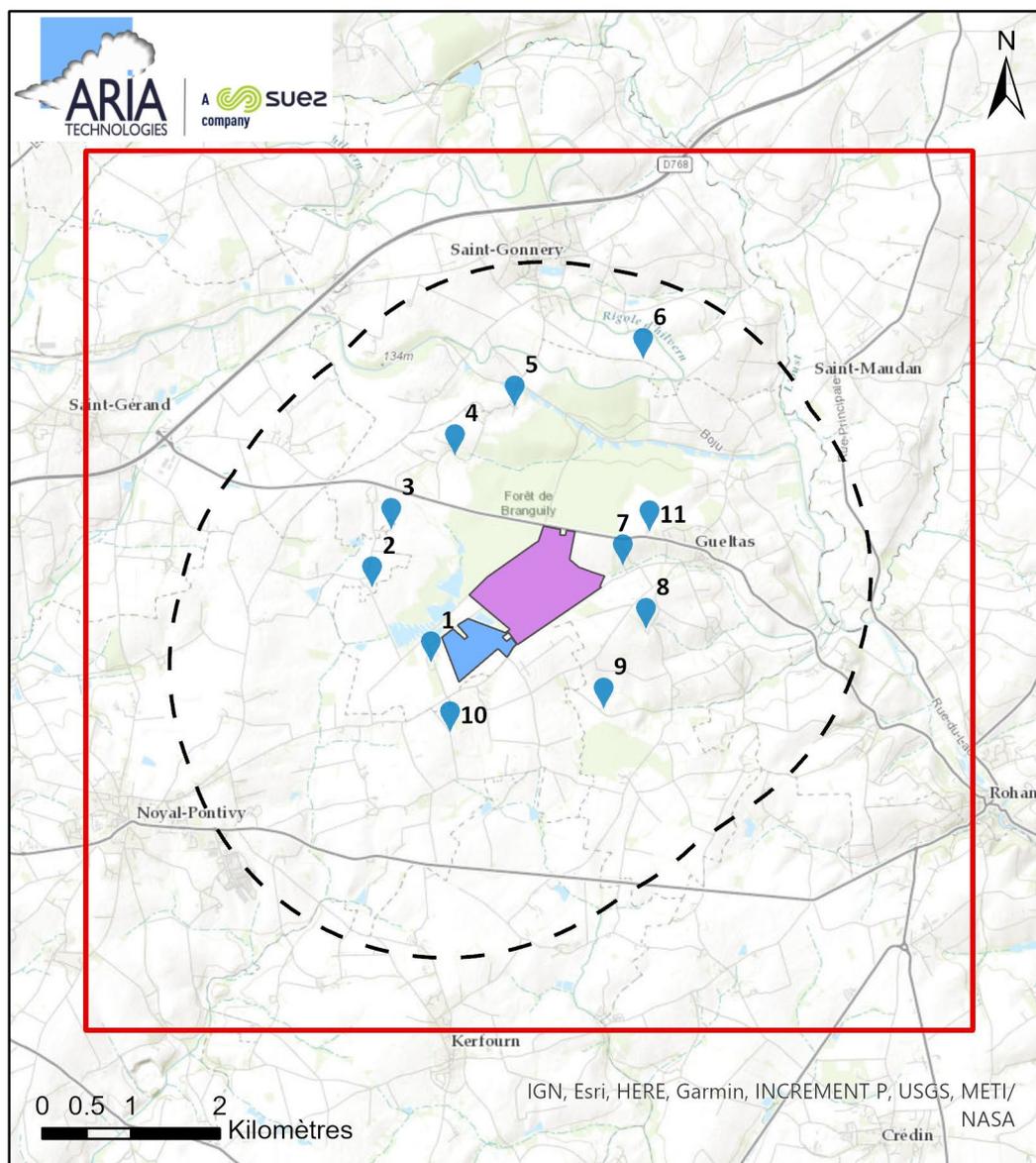
- Concentrations en moyenne annuelle ;
- Dépôts au sol pour les espèces particulières.

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de cartes et de tableaux. Ces résultats ne concernent que la contribution des rejets étudiés. L'unité retenue pour exprimer les concentrations de polluant dans l'air dans ce rapport est le $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽²³⁾ et le $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ pour les dépôts au sol.

Les résultats sont également présentés au niveau de points cibles (premières habitations autour du site et écoles) présentés sur la Figure 27 et le Tableau 50.

²³ Microgramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \mu\text{g} = 1.10^{-6} \text{ g}$.

Figure 27 : localisation des points cibles



Légende

- Emprise actuelle du site
- Projet d'extension du site
- Limite de 3 km
- Domaine de modélisation
- Points cibles

Tableau 50 : points cibles retenus

Point	Nom	Distance au site (m)
1	Première habitation à l'ouest	220
2	Première habitation au nord-ouest	966
3	Habitation au nord-ouest	1 156
4	Première habitation au nord	1 285

Point	Nom	Distance au site (m)
5	Habitation au nord	1 391
6	Première habitation au nord-est	2 103
7	Première habitation à l'est	236
8	Première habitation au sud-est	700
9	Première habitation au sud	1 166
10	Première habitation au sud-ouest	585
11	Foyer de vie Ty Lann	713

6.2.3 Réglementation de la qualité de l'air

Dans le cadre de cette étude, seules les concentrations en moyenne annuelle sont calculées pour pouvoir être comparées aux valeurs réglementaires de qualité de l'air qui sont exprimées en moyenne annuelle uniquement. Le Tableau 51 rappelle ces valeurs réglementaires pour la qualité de l'air²⁴.

Tableau 51 : réglementation en vigueur en France pour la santé humaine

Substance	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Valeur cible (en moyenne annuelle)
NO₂	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/2010 : 40 µg/m ³ . En moyenne horaire : depuis le 01/01/2010 : 200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (centile 99,8)	-	-
SO₂	En moyenne journalière : 125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (centile 99,2) En moyenne horaire : 350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an (centile 99,7)	En moyenne annuelle : 50 µg/m ³	-
PM₁₀ (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 10 µm)	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/05 : 40 µg/m ³ . En moyenne journalière : depuis le 01/01/2005 : 50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (centile 90,4)	En moyenne annuelle : 30 µg/m ³	-

²⁴ Valeurs réglementaires françaises du Code de l'environnement (Livre II : Milieux Physiques, Titre II : Air et Atmosphère, relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites).

Substance	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Valeur cible (en moyenne annuelle)
Benzène	En moyenne annuelle : depuis le 01/01/2010 : 5 µg/m ³ .	En moyenne annuelle : 2 µg/m ³ .	-
PM2,5 (Particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm)	En moyenne annuelle : 25 µg/m ³ depuis l'année 2015	En moyenne annuelle : 10 µg/m ³	20 µg/m ³
Cadmium	-	-	5 ng/m ³
Nickel	-	-	20 ng/m ³
Benzo(a)pyrène	-	-	1 ng/m ³

- **Objectif de qualité** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur limite** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- **Valeur cible** : un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné.

6.2.4 Concentrations en moyenne annuelle

Les résultats de concentrations moyennes annuelles vont permettre de fournir les éléments nécessaires pour évaluer les risques par inhalation.

Le Tableau 52 présente les valeurs calculées en moyenne annuelle :

- Au point géographique le plus exposé du domaine d'étude en dehors des limites du site, correspondant à des zones non habitées en bordure du site ;
- Au niveau des points cibles présentés précédemment (cf. Figure 27) correspondant aux premières habitations et points sensibles.

Pour l'ensemble des substances étudiées, les concentrations en moyenne annuelle obtenues par modélisation au niveau de l'ensemble des points (point le plus exposé du domaine d'étude et points cibles) sont inférieures aux valeurs limites françaises de la qualité de l'air. **Parmi les points cibles étudiés, les points n°1 « Première habitation à l'ouest », point n°6 « Première habitation au nord-est », point n°7 « Première habitation à l'est » et point n°10 « Première habitation au sud-ouest » sont les plus exposés selon les substances étudiées.**

Aux points géographiques les plus exposés en dehors des limites de site, situés dans des zones non habitées, les concentrations moyennes annuelles calculées représentent au maximum :

- 16,5 % de l'objectif de qualité pour les poussières assimilées à des PM2,5 ;
- 9,7 % de l'objectif de qualité pour les oxydes d'azote assimilés à du NO₂ ;
- 5,3 % de l'objectif de qualité pour les poussières assimilées à des PM10 ;
- 4,2 % de l'objectif de qualité pour le benzène ;
- Moins de 1 % de la valeur cible pour le benzo(a)pyrène ;
- Moins de 1% de la valeur cible pour le cadmium et le nickel ;
- Moins de 1% de l'objectif de qualité pour le SO₂.

Il n'existe pas de valeurs réglementaires de la qualité de l'air en France pour les autres substances.

La Figure 28 présente la carte de concentration en moyenne annuelle sur le domaine d'étude pour les PM₁₀. Les aplats colorés montrent les zones où les concentrations au niveau du sol sont comprises entre deux valeurs, par exemple, les zones en « bleu clair » sur la Figure 28 correspondent à des concentrations en PM₁₀ comprises entre 0,1 et 0,25 µg/m³. Les cartes pour les autres polluants sont présentées en Annexe 2.

Les cartographies montrent que les concentrations les plus élevées sont situées sur site ou en bordure de site dans des zones non habitées, et diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du site.

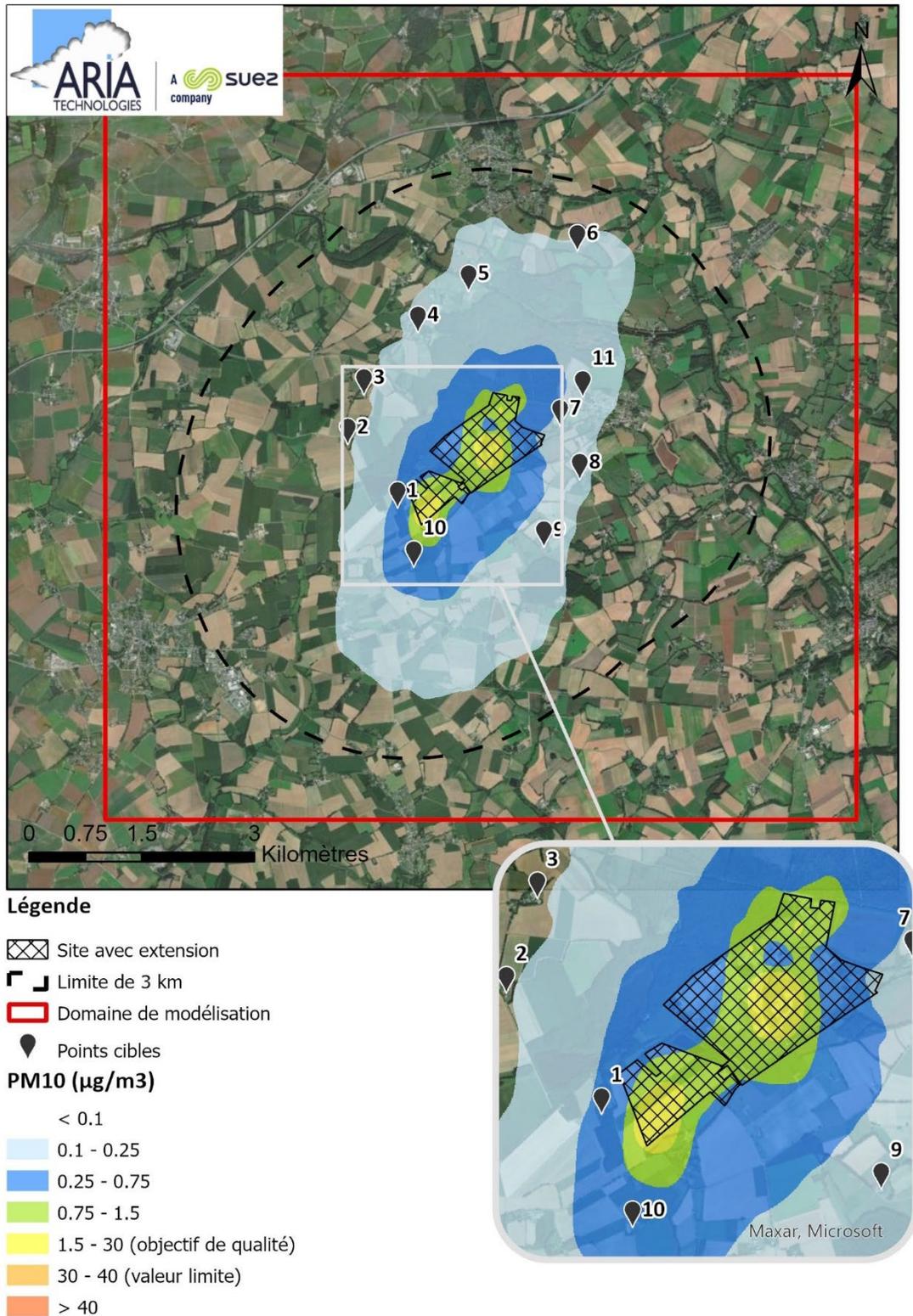
Tableau 52 : concentrations en moyenne annuelle (1/2)

		Concentrations moyennes annuelles							
		NOx	SO ₂	PM10	PM2,5	HCl	HF	H ₂ S	NH ₃
Unité		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Point le plus exposé en dehors des limites du site (zone non habitée)		3,9	0,2	1,6	1,7	0,2	0,2	0,3	0,7
1	Première habitation à l'ouest	6,3E-01	9,4E-02	3,9E-01	4,1E-01	2,6E-02	1,1E-02	7,7E-02	7,5E-02
2	Première habitation au nord-ouest	3,8E-01	6,0E-02	9,9E-02	1,1E-01	1,6E-02	6,1E-03	1,5E-02	3,2E-02
3	Habitation au nord-ouest	3,4E-01	4,8E-02	9,6E-02	1,1E-01	1,4E-02	5,8E-03	1,8E-02	2,9E-02
4	Première habitation au nord	4,7E-01	5,3E-02	1,2E-01	1,4E-01	1,7E-02	8,7E-03	2,6E-02	4,1E-02
5	Habitation au nord	6,2E-01	7,7E-02	1,3E-01	1,4E-01	2,3E-02	1,1E-02	1,8E-02	4,6E-02
6	Première habitation au nord-est	7,3E-01	1,4E-01	1,2E-01	1,3E-01	3,4E-02	1,1E-02	1,4E-02	6,2E-02
7	Première habitation à l'est	6,5E-01	5,4E-02	1,8E-01	1,9E-01	2,0E-02	1,2E-02	2,2E-02	3,5E-02
8	Première habitation au sud-est	5,0E-01	5,9E-02	1,2E-01	1,2E-01	1,8E-02	8,4E-03	1,3E-02	3,2E-02
9	Première habitation au sud	6,7E-01	8,1E-02	1,4E-01	1,5E-01	2,4E-02	1,1E-02	1,8E-02	4,4E-02
10	Première habitation au sud-ouest	8,3E-01	1,3E-01	4,4E-01	4,8E-01	3,4E-02	1,3E-02	6,0E-02	7,5E-02
11	Foyer de vie Ty Lann	7,1E-01	8,2E-02	1,7E-01	1,8E-01	2,5E-02	1,1E-02	2,0E-02	4,3E-02
Rappel de la réglementation :									
Objectif de qualité		40	50	30	10	-	-	-	-
Valeur cible		40	-	40	25	-	-	-	-
Valeur limite		-	-	-	20	-	-	-	-

Tableau 53 : concentrations en moyenne annuelle (2/2)

		Concentrations moyennes annuelles								
		Dioxines et furanes	Acéaldéhyde	Benzène	1,2 dichloro-éthane	Benzo(a) pyrène	Naphtalène	Cadmium	Mercure	Nickel
Unité		µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Point le plus exposé en dehors des limites du site (zone non habitée)		2,8E-10	1,7E-03	0,08	6,0E-03	2,2E-06	4,6E-04	3,8E-10	9,4E-05	1,4E-06
1	Première habitation à l'ouest	1,7E-10	5,8E-05	1,5E-02	1,6E-03	4,5E-07	1,3E-05	3,8E-11	5,7E-05	3,6E-08
2	Première habitation au nord-ouest	1,1E-10	2,4E-05	6,1E-03	2,9E-04	7,9E-08	5,5E-06	1,4E-11	3,7E-05	1,5E-08
3	Habitation au nord-ouest	8,6E-11	2,4E-05	6,1E-03	3,2E-04	8,9E-08	5,5E-06	1,4E-11	2,9E-05	1,5E-08
4	Première habitation au nord	9,2E-11	4,6E-05	8,9E-03	3,5E-04	9,1E-08	1,1E-05	2,1E-11	3,1E-05	2,9E-08
5	Habitation au nord	1,4E-10	5,0E-05	1,1E-02	2,6E-04	6,0E-08	1,2E-05	2,6E-11	4,5E-05	3,1E-08
6	Première habitation au nord-est	2,7E-10	3,7E-05	9,1E-03	2,1E-04	5,0E-08	8,4E-06	2,1E-11	8,9E-05	2,2E-08
7	Première habitation à l'est	8,5E-11	5,7E-05	1,3E-02	4,6E-04	9,9E-08	9,8E-06	7,7E-11	2,8E-05	2,7E-08
8	Première habitation au sud-est	1,0E-10	3,6E-05	9,0E-03	2,6E-04	5,9E-08	7,0E-06	3,5E-11	3,4E-05	1,8E-08
9	Première habitation au sud	1,5E-10	5,1E-05	1,2E-02	3,3E-04	7,1E-08	9,9E-06	5,0E-11	4,8E-05	2,6E-08
10	Première habitation au sud-ouest	2,4E-10	6,0E-05	1,8E-02	1,8E-03	5,4E-07	1,2E-05	5,3E-11	7,9E-05	3,3E-08
11	Foyer de vie Ty Lann	1,4E-10	4,6E-05	1,3E-02	3,7E-04	8,0E-08	8,6E-06	5,1E-11	4,7E-05	2,3E-08
Rappel de la réglementation :										
Objectif de qualité		-	-	2	-	-	-	-	-	-
Valeur cible		-	-	5	-	-	-	-	-	-
Valeur limite		-	-	-	-	0,001	-	0,005	-	0,02

Figure 28 : carte de concentration en moyenne annuelle en PM10



6.2.5 Dépôts au sol

Les résultats de dépôts au sol vont permettre de fournir les éléments nécessaires pour évaluer les risques par ingestion. Les poussières, les métaux, les dioxines/furanes, le benzo(a)pyrène et le naphthalène sont les substances pouvant se déposer sur le sol.

Le Tableau 54 présente les dépôts totaux pour chacun des polluants particuliers :

- Au point géographique le plus exposé du domaine d'étude en dehors des limites du site, correspondant à des zones non habitées en bordure du site ;
- Au niveau des points cibles présentés précédemment (cf. Figure 27) correspondant aux premières habitations et points sensibles.

Il n'existe pas de valeurs limites fixées par une réglementation européenne ou française concernant les dépôts de particules sédimentables. Néanmoins quelques pays ont fixé des valeurs limites admissibles des dépôts en poussières sédimentables pour l'environnement :

- La Suisse : 200 mg/m²/jour ;
- L'Allemagne : 350 mg/m²/jour.

La valeur obtenue pour les PM₁₀ au niveau de la zone la plus exposée en dehors des limites du site ($2,6 \cdot 10^{-2}$ µg/m²/s soit 2,2 mg/m²/jour) est très inférieure à ces valeurs limites admissibles.

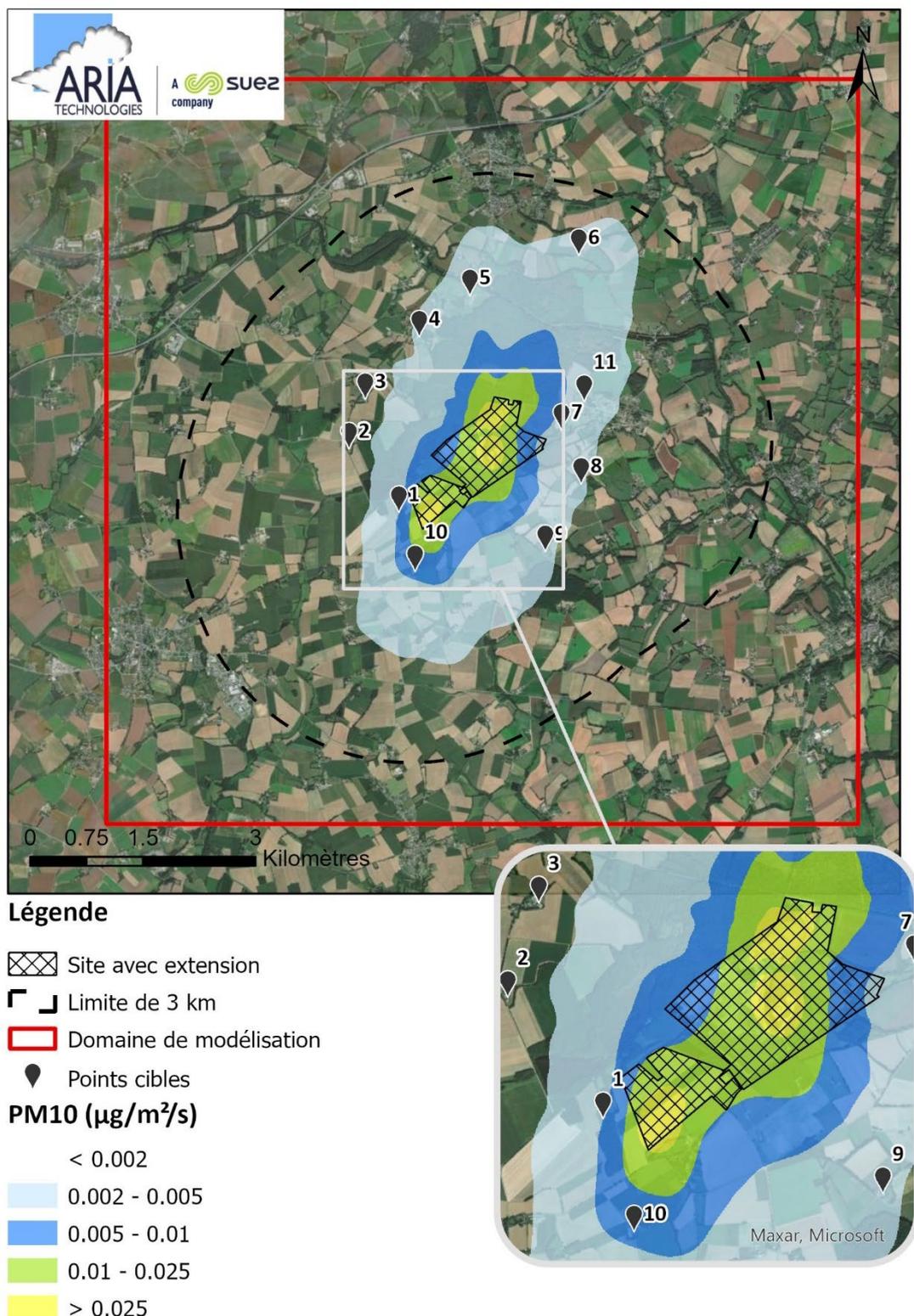
Mentionnons également la valeur seuil proposée pour différencier une zone dite faiblement polluée d'une zone fortement polluée par la norme française NF X 43007 concernant les mesures de "retombées" par la méthode des plaquettes de "dépôts". Une zone dite faiblement polluée est une zone sur laquelle il se dépose moins de 1 000 mg/m²/jour. Cette valeur est très élevée comparée aux valeurs obtenues par les simulations (cf. Tableau 54).

La Figure 29 présente la carte des dépôts pour les PM₁₀ sur le domaine d'étude. Les cartes pour les autres substances sont présentées en Annexe 3. Les zones de dépôts les plus exposées en dehors des limites de site sont situées en bordure du site, dans des zones non habitées. Les dépôts diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du site.

Tableau 54 : dépôts totaux au sol moyens annuels

		Dépôts totaux							
		Dioxines/ furanes	Benzo(a) pyrène	Naphtalène	Cadmium	Mercure	Nickel	PM ₁₀	PM _{2,5}
Unité		µg/m ² /s							
Point le plus exposé en dehors des limites du site (en bordure du site)		1,8E-12	1,2E-09	2,6E-07	2,0E-12	2,1E-06	6,6E-09	2,6E-02	1,1E-02
1	Première habitation à l'ouest	1,5E-13	2,5E-10	7,2E-09	1,8E-13	9,0E-08	1,7E-10	5,7E-03	2,6E-03
2	Première habitation au nord-ouest	1,0E-13	4,7E-11	3,3E-09	7,0E-14	7,3E-08	7,4E-11	1,5E-03	7,4E-04
3	Habitation au nord-ouest	7,6E-14	6,0E-11	3,2E-09	7,2E-14	5,2E-08	7,4E-11	1,5E-03	7,5E-04
4	Première habitation au nord	2,5E-13	7,1E-11	7,5E-09	1,2E-13	2,2E-07	1,5E-10	2,3E-03	1,1E-03
5	Habitation au nord	4,3E-13	4,3E-11	9,1E-09	1,5E-13	4,2E-07	1,8E-10	3,0E-03	1,4E-03
6	Première habitation au nord-est	4,1E-13	4,5E-11	7,0E-09	1,4E-13	3,5E-07	1,4E-10	2,8E-03	1,3E-03
7	Première habitation à l'est	1,9E-13	7,0E-11	6,6E-09	4,2E-13	1,8E-07	1,4E-10	3,5E-03	1,5E-03
8	Première habitation au sud-est	1,9E-13	4,3E-11	4,8E-09	1,9E-13	1,6E-07	9,7E-11	2,0E-03	9,6E-04
9	Première habitation au sud	1,5E-13	4,7E-11	6,0E-09	2,5E-13	1,1E-07	1,3E-10	2,3E-03	1,1E-03
10	Première habitation au sud-ouest	2,2E-13	3,1E-10	7,3E-09	2,6E-13	1,3E-07	1,6E-10	6,3E-03	3,1E-03
11	Foyer de vie Ty Lann	2,6E-13	5,6E-11	6,1E-09	2,9E-13	2,2E-07	1,3E-10	3,3E-03	1,4E-03

Figure 29 : carte de dépôts en poussières (PM10)



7. INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM)

Les milieux d'exposition sont les milieux susceptibles d'entrer en contact avec les populations. Ils sont définis à partir du schéma conceptuel d'exposition présenté au paragraphe 4.7. Les milieux d'exposition retenus dans cette étude sont :

- Le milieu Air ;
- Le milieu Sol.

L'IEM est réalisée pour les traceurs de risques retenus.

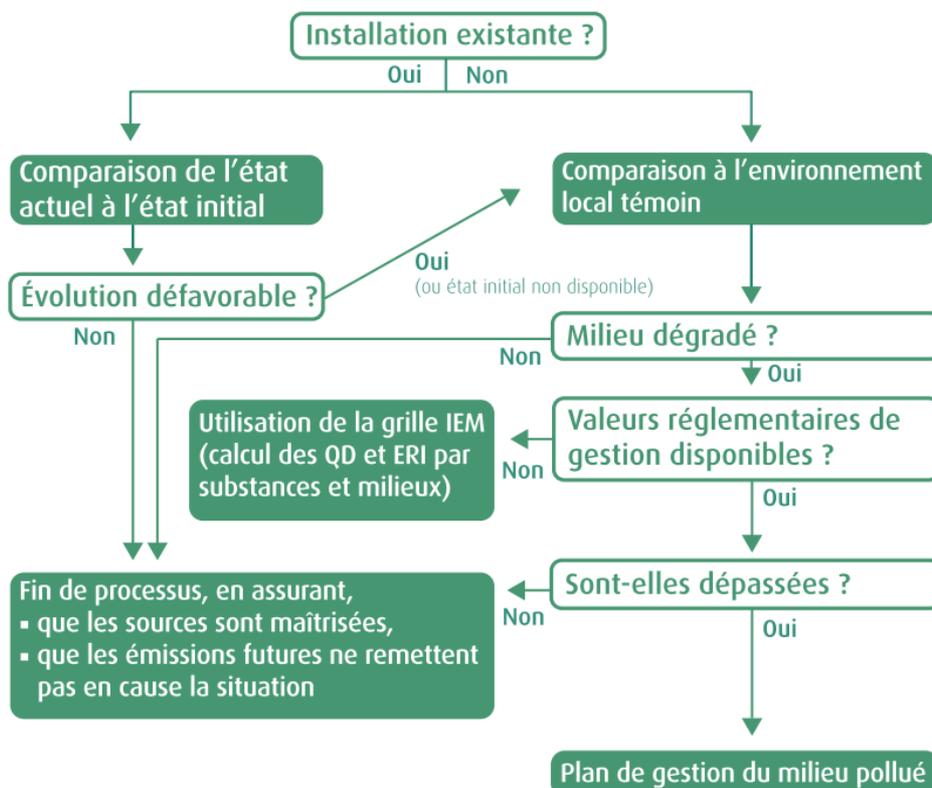
7.1 METHODOLOGIE

L'évaluation de l'état des milieux se base sur les mesures dans l'environnement qui doivent être représentatives de la zone d'intérêt, définie ici comme la zone comprise dans un rayon de 3 km autour du site.

L'interprétation de l'état des milieux est une évaluation de la situation actuelle de l'environnement impacté par l'ensemble des activités de la zone sur la base des mesures réalisées dans les milieux et de leurs usages fixés. Il permet d'évaluer la vulnérabilité des milieux en fonction de leurs utilisations.

L'évaluation s'appuie sur l'outil d'Interprétation de l'état des milieux, décrite dans le guide MEDD 2007 et dont le schéma suivant décrit les étapes successives selon le guide INERIS d'août 2013 remis à jour en septembre 2021.

Figure 30 : étapes et critères de l'IEM (guide INERIS août 2013)



En premier lieu, il est donc nécessaire de caractériser les milieux d'exposition retenus. La caractérisation des milieux se base sur des mesures réalisées localement par l'exploitant de l'installation, d'autres exploitants, les réseaux de surveillance, les administrations ou des organismes nationaux.

Une fois le milieu caractérisé, il est nécessaire de le comparer :

- Soit avec l'état initial (si disponible, et dans le cas d'une installation existante) : la comparaison à l'état initial permet de connaître l'évolution des concentrations dans le temps depuis la mise en service de l'installation.
- Soit avec l'environnement local témoin (nouvelle installation, état initial non disponible) : l'environnement local témoin est un environnement considéré comme n'étant pas affecté par les activités de l'installation étudiée, mais situé dans la même zone géographique et dont les caractéristiques (pédologiques, géologiques, hydrologiques, climatiques,...) sont similaires à l'environnement impacté par l'installation. La comparaison à l'environnement local témoin permet de relativiser les concentrations mesurées à des points impactés par rapport à des points non impactés et de conclure sur la dégradation ou non du milieu.

Il s'agit dans cette étape d'une comparaison des mesures avec des valeurs de pollution de fond qui peuvent être basse en zone rurale. **Une dégradation du milieu ne signifie pas la présence d'un problème sanitaire mais indique le besoin d'une analyse complémentaire pour l'évaluer.**

En cas de conclusion de milieu dégradé, lorsque les variations dans le temps ou dans l'espace montrent une dégradation des milieux, par rapport à l'environnement local témoin, il doit être estimé dans quelle mesure cet état dégradé peut compromettre ou non la compatibilité des milieux avec les usages. Cette démarche consiste à comparer les concentrations mesurées avec les valeurs réglementaires ou indicatives sur la qualité des milieux applicables.

Pour les substances et milieux disposant de valeurs de référence, une comparaison directe à ces valeurs est réalisée. L'interprétation de l'état des milieux s'effectue alors selon la grille ci-dessous.

<i>Si</i>	<i>Interprétation de l'état des milieux</i>
<i>C < Créf</i>	Compatible avec les usages
<i>C < Créf et C augmente dans le futur</i>	Milieu vulnérable. Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
<i>C > Créf</i>	Non compatible avec les usages

Pour les substances et milieux ne disposant pas de valeur de référence, la compatibilité des milieux à leurs usages est évaluée à la suite d'une quantification partielle des risques (utilisation de la grille d'IEM). Un calcul d'indicateur de risque (QD et ERI, cf. paragraphe 8.2.1) est réalisé substance par substance. L'interprétation de l'état des milieux s'effectue alors selon la grille ci-dessous.

<i>Si</i>	<i>Interprétation de l'état des milieux</i>
<i>QD < 0,2 ERI < 1.10⁻⁶</i>	Compatible avec les usages
<i>0,2 < QD < 5 1.10⁻⁶ < ERI < 1.10⁻⁴</i>	Milieu vulnérable. Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
<i>QD > 5 ERI > 1.10⁻⁴</i>	Non compatible avec les usages

À l'issue de l'EQRS, soit le milieu est finalement jugé conforme, soit un plan de gestion doit être entrepris.

Remarque : Dans le cas d'une modification d'un site, une Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) relative aux rejets du projet sera systématiquement réalisée, même si les milieux sont jugés conformes dans l'état actuel.

7.1.1 Campagne de mesure in situ

Afin de caractériser les milieux Air et Sol autour du site, deux campagnes de mesure dans l'air ont été réalisées par la société RINCENT Air : du 26 avril au 10 mai 2023, en 5 points de mesure.

L'emplacement des points de mesures a été établi sur la base des résultats de la modélisation de la dispersion des traceurs, ainsi que sur la localisation des zones habitées. Cinq points de mesure ont été sélectionnés :

- 2 points en aval des vents majoritaires par rapport au site actuel et à l'installation future ;
- 1 point en aval des vents secondaires par rapport à l'installation future ;
- 1 point en limite de site ;
- 1 point « témoin » hors des vents dominants.

La Figure 31 présente la localisation des points de mesure retenus pour la campagne de mesure, superposée à la carte de concentrations en PM10 obtenue par modélisation et localise les zones habitées.

Au regard des traceurs d'émission retenus pour l'étude, des mesures dans l'air ambiant ont été réalisées pour les traceurs de risque gazeux et les poussières, et des mesures dans les sols ont été réalisées pour les traceurs de risque particuliers bio accumulatifs. Les points de mesure correspondent à des zones habitées ou des zones accueillant des personnes sensibles à la qualité de l'air (enfants). La position des points de mesure a également été dépendante de la disponibilité d'une alimentation électrique dans un endroit clos de façon à pouvoir utiliser les préleveurs permettant de faire les mesures de particules.

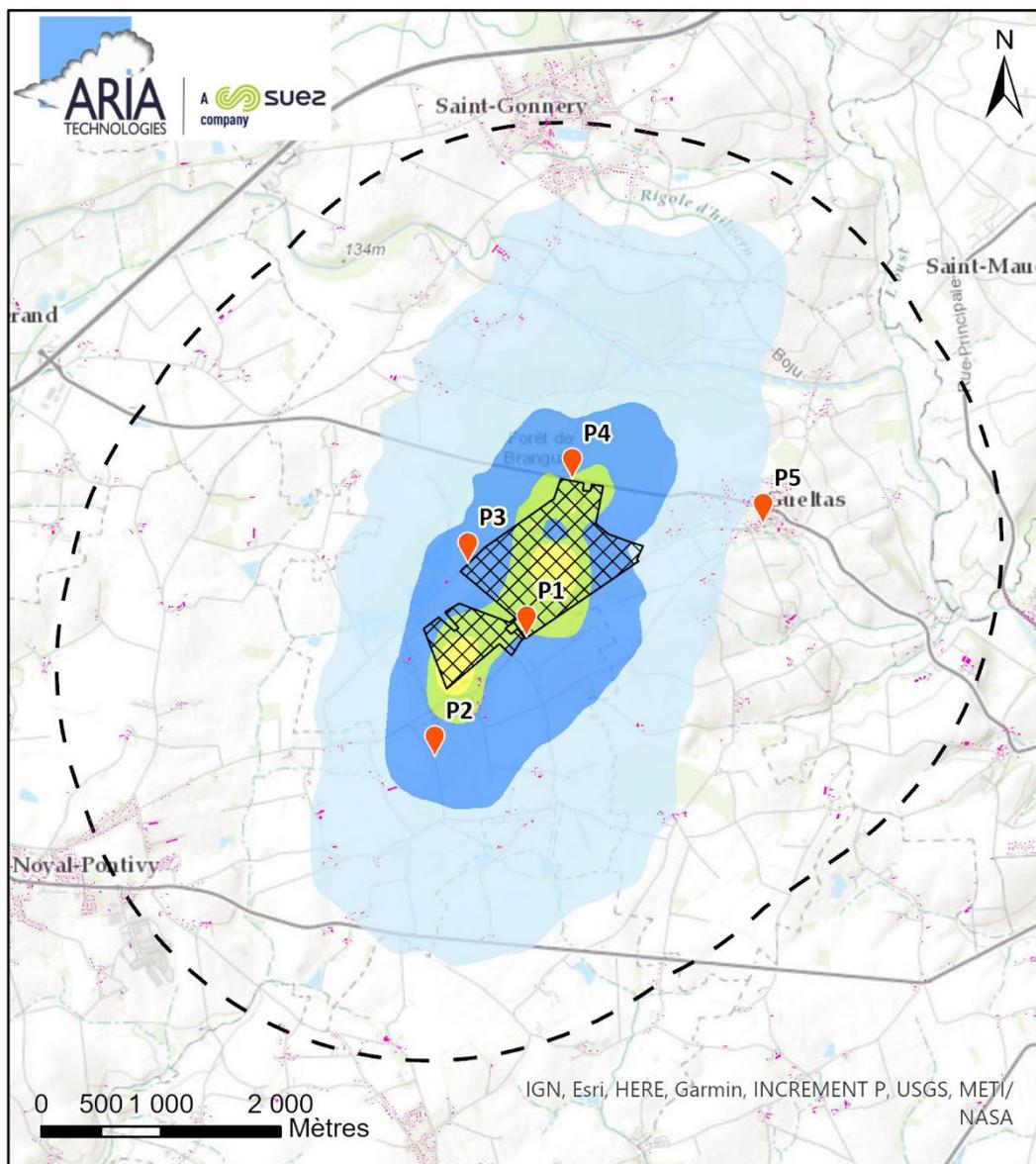
Les substances mesurées sont synthétisées dans le Tableau 55.

Tableau 55 : synthèse des substances mesurées

Milieu d'exposition	Point	Substances mesurées
Air ambiant	P1 : Route Kerlaizan / Guernogas	NO ₂ , benzène, NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, 1,2-dichloroéthane, acétaldéhyde, PM ₁₀ (passif)
	P2 : Route Keru	
	P3 : Chemin des étangs	
	P4 : RD125	
	P5 : Rue du Pont Creux - Gueltas	
Sols	P1 : Route Kerlaizan / Guernogas	16 HAP, 16 ETM*, PCDD/F
	P2 : Route Keru	
	P3 : Chemin des étangs	
	P4 : RD125	
	P5 : Rue du Pont Creux - Gueltas	

* ETM = Éléments Traces Métalliques : Sb, As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Te, Tl, V, Zn, Sn

Figure 31 : localisation des points de mesures



Légende

-  Points de mesures
-  Site avec extension
-  Bâtiments habités
-  Limite de 3 km

Concentrations en moyenne annuelle

PM10 (µg/m3)

- < 0.1
-  0.1 - 0.25
-  0.25 - 0.75
-  0.75 - 1.5
-  1.5 - 30 (objectif de qualité)
-  30 - 40 (valeur limite)
-  > 40

7.1.2 État du milieu Air

7.1.2.1 Concentrations dans l'air

Au regard des substances d'intérêt retenues pour l'étude, les mesures dans l'air ont été réalisées pour les substances gazeuses et particulaires. Les résultats complets de la campagne de mesure sont présentés en Annexe 4. Les résultats de la campagne de mesures dans l'air ambiant sont présentés dans le Tableau 56 (en gras la valeur maximale mesurée au niveau des points).

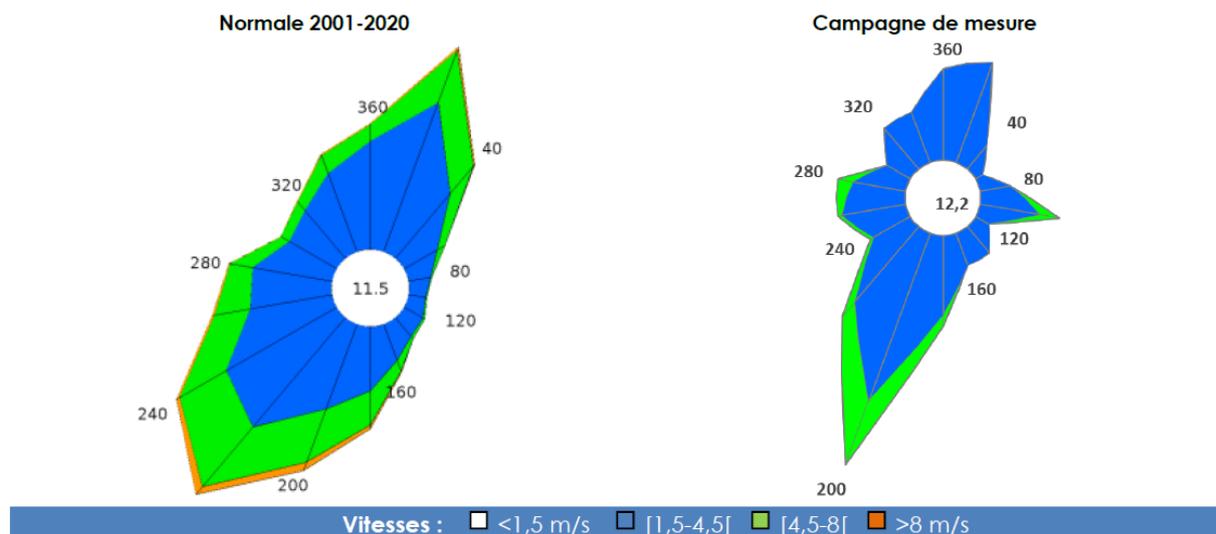
Tableau 56 : résultats des mesures d'air ambiant

Substances	Unité	P1	P2	P3	P4	P5 (PLT)*
NO ₂	µg/m ³	2,1	2,7	2,5	4,2	3,2
Benzène	µg/m ³	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
1,2 dichloroéthane	µg/m ³	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Acétaldéhyde	µg/m ³	0,6	0,9	0,8	1,4	0,8
SO ₂	µg/m ³	2,7	4,4	0,9	1,9	0,4
H ₂ S	µg/m ³	< 0,2	< 0,2	0,9	0,5	< 0,2
NH ₃	µg/m ³	3,0	9,6	1,8	3,3	3,1
PM ₁₀	µg/m ³	11,2	17,2	12,5	15,1	9,3

* PLT : point local témoin

La Figure 32 présente la rose des vents sur la période 2001-2020 et la rose des vents pendant la période de mesures. Elles présentent deux composantes majoritaires : sud-sud-ouest et nord-nord-est, conforme aux normales. Les vitesses de vent sont également équivalentes aux normales avec des valeurs favorisant une bonne dispersion des polluants.

Figure 32 : conditions de vents pendant la campagne de mesures (Source : Rincent Air)



7.1.2.2 Comparaison avec l'environnement local témoin et le bruit de fond en France

Le point P5, hors des vents dominants, est considéré comme point local témoin.

Le Tableau 57 présente les concentrations moyennes de polluant obtenues sur le point le plus exposé et pour l'environnement local témoin (P5) pour les substances gazeuses et les poussières.

Dans cette étape, il s'agit d'une simple comparaison des mesures avec des valeurs de pollution de fond qui peuvent être basse en zone rurale. **Une « dégradation » du milieu ne signifie pas la présence d'un problème sanitaire mais indique le besoin d'une analyse complémentaire pour l'évaluer.**

Il n'existe pas de critère numérique pour déterminer à partir de quel écart deux valeurs mesurées sont significativement différentes. De manière arbitraire, nous avons retenu une variation supérieure à 10 %.

Tableau 57 : comparaison avec l'environnement local témoin du milieu « Air » pour les substances d'intérêt

Substances	Concentration moyenne mesurée dans l'air			Dégradation du milieu Air
	Unité	Environnement local témoin (P5)	Point le plus exposé (hors P5)	
NO ₂	µg/m ³	3,2	4,2 (P4)	Milieu dégradé
Benzène	µg/m ³	< 0,4	< 0,4	Milieu non dégradé
1,2 dichloroéthane	µg/m ³	< 0,03	< 0,03	Milieu non dégradé
Acétaldéhyde	µg/m ³	0,8	1,4 (P4)	Milieu dégradé
SO ₂	µg/m ³	0,4	4,4 (P2)	Milieu dégradé
H ₂ S	µg/m ³	< 0,2	0,9 (P3)	Milieu dégradé
NH ₃	µg/m ³	3,1	9,6 (P2)	Milieu dégradé
PM ₁₀	µg/m ³	9,3	17,2 (P2)	Milieu dégradé

Les résultats analytiques pour les substances d'intérêt montrent que le milieu Air est dégradé pour les substances suivantes : dioxyde d'azote, acétaldéhyde, dioxyde de soufre, sulfure d'hydrogène, ammoniac et PM₁₀.

Conformément à la démarche préconisée par l'INERIS, il est nécessaire de comparer les résultats avec les valeurs réglementaires de gestion disponibles pour le milieu Air afin de vérifier la compatibilité avec les usages pour les substances présentant une dégradation du milieu.

7.1.2.3 Comparaison aux valeurs réglementaires de gestion

Le Tableau 58 propose des valeurs réglementaires ou indicatives pour l'air ambiant, afin de les comparer aux concentrations mesurées dans l'air ambiant autour du site. Les substances n'apparaissant pas dans ce tableau ne disposent pas de valeurs réglementaires.

Tableau 58 : synthèse des valeurs réglementaires pour l'air ambiant

Substance	Valeur réglementaire retenue	Source
NO ₂	Valeur limite : 40 µg/m ³	Normes françaises de qualité de l'air (Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010)
SO ₂	Objectif de qualité : 50 µg/m ³	
PM ₁₀	Objectif de qualité : 30 µg/m ³ Valeur limite : 40 µg/m ³	

Le Tableau 59 présente les concentrations moyennes de polluant sur le point le plus exposé et pour l'environnement local témoin (P5) comparées aux valeurs réglementaires ou indicatives de la qualité de l'air.

Tableau 59 : comparaison avec les valeurs réglementaires du milieu « Air »

Substances	Unité	Concentration moyenne mesurée dans l'air		Valeur réglementaire de la qualité de l'air (VR) ou valeur guide (VG)	Comparaison aux valeurs réglementaires
		Environnement local témoin (P5)	Point le plus exposé (hors P5)		
NO ₂	µg/m ³	3,2	4,2 (P4)	Objectif de qualité : 40 Valeur limite : 40	Mesures < obj. qualité Mesures < valeur limite
SO ₂	µg/m ³	0,4	4,4 (P2)	Objectif de qualité : 50	Mesures < obj. qualité Mesures < valeur limite
PM ₁₀	µg/m ³	9,3	17,2 (P2)	Objectif de qualité : 30 Valeur limite : 40	Mesures < obj. qualité Mesures < valeur limite

Sur la base des données disponibles, il apparaît que les concentrations mesurées sont inférieures aux valeurs réglementaires ou indicatives disponibles dans l'air ambiant pour toutes les substances concernées.

Compte tenu de l'absence de valeurs réglementaires et d'une dégradation du milieu pour l'acétaldéhyde, le sulfure d'hydrogène et l'ammoniac, **il est nécessaire de poursuivre la démarche d'interprétation des milieux par la réalisation d'une grille IEM pour ces substances.**

7.1.2.4 Grille de calcul IEM

La grille de calcul IEM pour le milieu Air est réalisée pour les substances pour lesquelles il n'existe pas de valeurs réglementaires de la qualité de l'air et pour lesquelles une dégradation du milieu est constatée. La voie d'exposition concernée pour le milieu « Air » est la voie par inhalation.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) par inhalation pour les effets chroniques à seuil sont rappelées dans le Tableau 60. Les VTR pour les effets chroniques sans seuil sont quant à elles rappelées dans le Tableau 61.

Tableau 60 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil par inhalation

Substance	VTR (µg/m ³)	Référence	Année de révision	Justification du choix
Acétaldéhyde	160	ANSES	2014	Choix ANSES 2014
H ₂ S	2	EPA	2003	Choix INERIS 2011
NH ₃	500	ANSES	2018	VTR ANSES prioritaire

Tableau 61 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil par inhalation

Substance	VTR (µg/m ³) ⁻¹	Référence	Année de révision	Justification du choix
Acétaldéhyde	2,2.10 ⁻⁶ (µg.m ⁻³) ⁻¹	EPA	1991	Choix INERIS 2017

Le Tableau 62 présente le calcul du Quotient de Danger (QD) et de l'Excès de Risque Individuel (ERI) calculés à partir des concentrations mesurées dans le milieu Air et des Valeurs Toxicologiques de Référence par inhalation.

Tableau 62 : grille de calcul IEM – milieu Air

Voie d'exposition unique : Inhalation					
Facteurs de l'équation :	CI	VTR		Risque	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de Risque Individuel (ERI)
		Unité	Unité		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-	-
	Mesures terrains maximales (hors point témoin)	Données issues de bases de données		Résultats	Résultats
Acétaldéhyde	1,4	160	2,2E-06	8,8E-03	3,1E-06
NH₃	9,6	500	-	0,02	
H₂S	0,9	2	-	0,5	
Interprétation	Milieu compatible			< 0,2	< 1.10⁻⁶
	Milieu vulnérable			0,2 – 5	1.10⁻⁶ – 1.10⁻⁴
	Milieu incompatible			> 5	> 1.10⁻⁴

D'après les résultats présentés dans le Tableau 62, le milieu Air est vulnérable pour l'acétaldéhyde et le sulfure d'hydrogène. La grille IEM a été réalisée en retenant la concentration mesurée au niveau du points P4 pour l'acétaldéhyde et P3 pour le sulfure d'hydrogène.

Concernant l'acétaldéhyde, en retenant la valeur mesurée au point local témoin (P5), représentatif du niveau de fond dans la zone d'étude, on obtient un risque correspondant également à un milieu vulnérable.

Les concentrations maximales mesurées en sulfure d'hydrogène au niveau du point P3 sont situées à proximité immédiate des limites du site, dans des zones inhabitées, et elles diminuent rapidement en s'éloignant du site (< 0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau du point P2).

7.1.2.5 Conclusion pour le milieu Air

Le Tableau 63 synthétise les résultats obtenus et permet de conclure sur la compatibilité du milieu Air avec les usages.

Tableau 63 : compatibilité avec les usages pour le milieu Air

Substances	Dégradation du milieu	Comparaison aux valeurs réglementaires	Grille IEM	Conclusion sur la compatibilité
NO ₂	Milieu dégradé	Mesures < obj. qualité Mesures < valeur limite	-	Milieu compatible
Benzène	Milieu non dégradé	-	-	Milieu compatible
1,2 dichloroéthane	Milieu non dégradé	-	-	Milieu compatible
Acétaldéhyde	Milieu dégradé	Pas de comparaison	0,2 < QD < 5	Milieu vulnérable
SO ₂	Milieu dégradé	Mesures < obj. qualité	-	Milieu compatible

Substances	Dégradation du milieu	Comparaison aux valeurs réglementaires	Grille IEM	Conclusion sur la compatibilité
		Mesures < valeur limite		
H ₂ S	Milieu dégradé	Pas de comparaison	0,2 < QD < 5	Milieu vulnérable
NH ₃	Milieu dégradé	Pas de comparaison	QD < 0,2	Milieu compatible
PM ₁₀	Milieu dégradé	Mesures < obj. qualité Mesures < valeur limite	-	Milieu compatible

Le milieu Air est compatible avec les usages pour l'ensemble des substances d'intérêt, excepté pour l'acétaldéhyde et le sulfure d'hydrogène pour lequel les concentrations mesurées entraînent un risque classifiant le milieu comme vulnérable.

Concernant l'acétaldéhyde, l'Excès de Risque Individuel calculé dépasse légèrement le seuil bas de la fourchette donnée pour le seuil de vulnérabilité. Cette valeur de risque reste cependant très basse en comparaison avec le seuil de 1.10^{-5} choisi comme valeur de référence dans les évaluations des risques sanitaires. À noter que ce classement est également valable en retenant la valeur mesurée au point local témoin (P5) représentatif du niveau de fond dans la zone d'étude.

Pour le sulfure d'hydrogène, le milieu est compatible au niveau des zones habitées.

Rappelons que les mesures tiennent compte de toutes les sources présentes autour des points de mesure (autres installations industrielles, sources agricoles, trafic routier, chauffage urbain...).

Par conséquent, le milieu Air est jugé compatible avec les usages au regard de toutes les substances.

7.1.3 État du milieu Sol

Rappelons que les sols sont une matrice accumulatrice qui reflète l'historique des pollutions présentes et passées.

7.1.3.1 Concentrations dans les sols

Les prélèvements de sols ont été réalisés par la société Rincent Air le 17 mars 2022 au niveau des 5 points de prélèvement (cf. Figure 31 page 106).

Les résultats de la campagne de mesures dans les sols sont présentés dans le Tableau 64.

Tableau 64 : concentrations mesurées dans les sols

Substances	Unité	P1	P2	P3	P4	P5 (PLT)
Cadmium	mg/kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Nickel	mg/kg	30	< 3,0	4,3	7,2	16
Mercurure	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Benzo(a)pyrène	mg/kg	< 0,05	0,20	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Naphtalène	mg/kg	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
PCDD/F totaux	ng/kg	2,1 - 95	Inférieures aux seuils de quantification	70	Inférieures aux seuils de quantification	76 - 330

7.1.3.2 Comparaison avec l'environnement local témoin

Le point P5 hors des vents dominants est considéré comme point local témoin.

Le Tableau 65 présente les concentrations mesurées au niveau du point le plus exposé en comparaison avec les valeurs mesurées au niveau du point témoin (P5).

Dans cette étape, il s'agit d'une simple comparaison des mesures avec des valeurs de pollution de fond qui peuvent être basse en zone rurale. **Une « dégradation » du milieu ne signifie pas la présence d'un problème sanitaire mais indique le besoin d'une analyse complémentaire pour l'évaluer.**

Il n'existe pas de critère numérique pour déterminer à partir de quel écart deux valeurs mesurées sont significativement différentes. De manière arbitraire, nous avons retenu une variation supérieure à 10%.

Tableau 65 : comparaison avec l'environnement local témoin du milieu « Sol »

Substances	Unité	Concentration moyenne mesurée dans les sols		Dégradation du milieu Sol
		Environnement local témoin (P5)	Point le plus exposé (hors P5)	
Cadmium	mg/kg	< 0,1	< 0,1	Milieu non dégradé
Nickel	mg/kg	16	30 (P1)	Milieu dégradé
Mercure	mg/kg	< 0,05	< 0,05	Milieu non dégradé
Benzo(a)pyrène	mg/kg	< 0,05	0,20 (P2)	Milieu dégradé
Naphtalène	mg/kg	< 0,05	< 0,05	Milieu non dégradé
PCDD/F totaux	ng/kg	76 – 330	2,1 - 95	Milieu non dégradé

Les résultats analytiques montrent que le milieu Sol est dégradé pour le nickel et le benzo(a)pyrène vis-à-vis du point local témoin.

Notons également que les concentrations mesurées au niveau du point local témoin considéré comme représentatif de la pollution de fond sur la zone d'étude sont parfois supérieures aux valeurs mesurées aux points les plus exposés (hors point témoin).

Conformément à la démarche préconisée par l'INERIS, il est nécessaire de comparer les résultats avec les valeurs de gestion disponibles pour le milieu Sol afin de vérifier la compatibilité avec les usages pour les substances présentant une dégradation du milieu.

7.1.3.3 Comparaison aux valeurs de gestion

Pour le nickel, il n'existe pas de valeurs de gestion. Cependant, les gammes de valeurs couramment observées dans les sols « ordinaires » de toutes granulométries issues de l'étude ASPITET de l'INRA figurant dans le Tableau 66, correspondant à des sols naturels en milieu agricole, peuvent être utilisées en tant que valeur d'analyse de la situation. Les concentrations indiquées dans ce tableau correspondent aux concentrations totales des éléments considérés sans appréciation de la spéciation.

Tableau 66 : Teneurs totales en élément traces dans les sols - Gamme de valeurs « ordinaires » et d'anomalies naturelles (données ASPITET, INRA)

Métaux et Métalloïde	Gamme de valeurs couramment observées dans les sols "ordinaires" de toutes granulométries	Gamme de valeurs observées dans le cas d'anomalies naturelles modérées	Gamme de valeurs observées dans le cas de fortes anomalies naturelles
Ni	2 à 60	60 à 130 (1)(2)(3)(4)	130 à 2076 (1)(3)(4)(5)(6)

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

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

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

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

(5) sols d'altération d'amphibolites (région de La Châtre - Indre).

(6) matériaux d'altération d'amphibolites (région de La Châtre - Indre).

Pour le benzo(a)pyrène, il n'existe pas de valeurs réglementaires dans les sols. Les résultats peuvent être comparés aux teneurs dans les sols correspondant aux données RMQS²⁵ (Tableau 67).

Tableau 67 : Teneurs dans les sols en HAPs et PCDD/F (Données RMQS, source INRA INFOSOL)

Substance	unité	Concentrations dans les sols (premier décile-centile 99)
Benzo(a)pyrène	mg/kg	0 - 0,15

Le Tableau 68 présente la comparaison des mesures réalisées sur la zone d'étude avec la gamme de valeurs des sols « ordinaires » ASPITET-INRA, avec les valeurs RMQS pour le benzo(a)pyrène.

Tableau 68 : comparaison avec les valeurs de gestion pour le milieu Sol

Traceurs de risque pour le milieu SOL	Unité	Concentrations mesurées dans les sols		Valeur de gestion	Valeur ASPITET – sols "ordinaires" ou RMQS	Comparaison aux valeurs de gestion
		Environnement local témoin (P5)	Point le plus exposé (hors P5)			
Nickel	mg/kg	16	30 (P1)	-	2 – 60	Mesures comprises dans la gamme de valeurs
Benzo(a)pyrène	mg/kg	< 0,05	0,20 (P2)	-	0 – 0,15	Mesures > gamme de valeurs

Sur la base des données disponibles, il apparaît que :

- Pour le benzo(a)pyrène, la concentration mesurée dépasse la fourchette haute des concentrations dans les sols prises comme référence ;
- La concentration mesurée dans les sols pour le nickel est dans la gamme des valeurs ASPITET observées pour des sols « ordinaires ». **Par conséquent, le milieu « Sol » est compatible avec les usages au regard de cette substance.**

²⁵ « GUIDE POUR LA DÉTERMINATION DES VALEURS DE FONDS DANS LES SOLS – ECHELLE D'UN SITE », Pour une connaissance de la qualité chimique habituelle des sols, ADEME, nov. 2018.

Compte tenu du dépassement des valeurs de gestion pour le benzo(a)pyrène, **il est nécessaire de poursuivre la démarche d'interprétation des milieux par la réalisation d'une grille IEM pour cette substance.**

7.1.3.4 Grille de calcul IEM

La grille de calcul IEM pour le milieu Sol est réalisée pour le benzo(a)pyrène.

La voie d'exposition concernée pour le milieu « Sol » est la voie par ingestion :

- **Ingestion directe** par le biais d'ingestion de poussières (mains, objets ou aliments souillés par de la terre et portés à la bouche). Des études expérimentales ont en effet permis d'estimer la part de poussières et de sols ingérés par les personnes exposées pour différentes tranches de la vie. Il est montré que les enfants, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes (sol→homme).
- **Ingestion indirecte** par le transfert de contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Cette voie concerne les composés susceptibles de se redéposer et qui ont de plus un caractère bio-cumulatif, c'est-à-dire qui ont la possibilité de s'accumuler sans être dégradés dans les végétaux et animaux :
 - sol→végétaux→homme ;
 - sol→céréales→volaille→(œuf→)homme).

La démarche de l'IEM conduit dans un premier temps à évaluer les risques théoriques liés à **l'ingestion directe de sol**.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence par ingestion pour les effets chroniques à seuil et sans seuil pour le benzo(a)pyrène sont présentées dans les Tableau 69 et Tableau 70.

Les valeurs relatives aux quantités de sol ingérées par un adulte sont celles proposées par l'InVS et l'INERIS en 2012 à savoir 50 mg/j.

Tableau 69 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil par ingestion

Substance	Voie d'exposition	VTR (mg/kg/j)	Référence	Année de révision	Justification du choix
Benzo(a)pyrène	Ingestion	3.10^{-4}	US EPA	2017	Choix INERIS 2018

Tableau 70 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil par ingestion

Substance	Voie d'exposition	VTR (mg/kg/j) ⁻¹	Référence	Année de révision	Justification du choix
Benzo(a)pyrène	Ingestion	1	US EPA	2017	Choix INERIS 2018

Le Tableau 71 présente le calcul des quotients de danger QD et des Excès de Risque Individuel ERI calculés à partir de la concentration maximale mesurée dans le milieu Sol, et des Valeurs Toxicologiques de référence par ingestion.

Tableau 71 : grille de calcul IEM – milieu Sol – valeurs mesurées maximales

Voie d'exposition unique : Ingestion directe de sol										
Facteurs de l'équation :	Cs	Qs	P	F	T	Tm	VTR		Risque	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Poids corporel de l'individu	Fréquence d'exposition (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours)	Durée d'exposition théorique	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de Risque individuel (ERI)
	mg/kg sec	mg/j	kg	-	année	année	mg/kg/j	(mg/kg/j) ⁻¹	-	-
	Mesures terrains	Données issues de bases de données				Données issues de bases de données		Résultats		
HAP										
BaP										
Enfant (< 6 ans)	0,2	91	15	1	6	70	0,0003	1	4,0E-03	1,0E-07
Adulte (> 17 ans)	0,2	50	62,5	1	70	70	0,0003	1	5,3E-04	1,6E-07
							Milieu compatible		< 0,2	< 1E-06
							Milieu vulnérable		0,2 - 5	1E-06 - 1E-04
							Milieu incompatible		> 5	> 1E-04

Le quotient de danger calculé pour le B(a)P à partir des concentrations au niveau du point P1 (point le plus exposé) est inférieur à 0,2, seuil fixé pour la compatibilité du milieu. De même, les Excès de Risque Individuels sont en dessous du seuil de 1.10^{-6} .

7.1.3.5 Conclusion pour le milieu Sol

Le Tableau 72 synthétise les résultats obtenus pour les concentrations dans les sols et permet de conclure sur la compatibilité du milieu Sol avec les usages.

Tableau 72 : compatibilité avec les usages pour le milieu Sols

Substances	Dégradation du milieu	Comparaison aux valeurs de bruit de fond	Grille IEM	Conclusion sur la compatibilité
Cadmium	Milieu non dégradé	-	-	Milieu compatible
Nickel	Milieu dégradé	Mesures comprises dans la gamme de valeurs	-	Milieu compatible
Mercure	Milieu non dégradé	-	-	Milieu compatible
Benzo(a)pyrène	Milieu dégradé	Mesures > gamme de valeurs	QD < 0,2 ERI < 1E-06	Milieu compatible
Naphtalène	Milieu non dégradé	-	-	Milieu compatible
PCDD/F totaux	Milieu non dégradé	-	-	Milieu compatible

Par conséquent, l'état du milieu Sol est jugé compatible avec les usages.

7.2 CONCLUSION SUR L'INTERPRETATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX

Milieu Air

Le milieu Air est compatible avec les usages pour l'ensemble des substances d'intérêt, excepté pour le l'acétaldéhyde et le sulfure d'hydrogène pour lesquels les concentrations mesurées entraînent un risque classifiant le milieu comme vulnérable. Concernant le sulfure d'hydrogène, le milieu est compatible avec les usages au niveau des zones habitées (point P5). Pour l'acétaldéhyde, ce classement de vulnérabilité est également valable en retenant la valeur mesurée au point local témoin (P5) représentatif du niveau de fond dans la zone d'étude.

C'est pourquoi le milieu Air est jugé compatible pour l'acétaldéhyde et le sulfure d'hydrogène.

Milieu Sol

Le milieu Sol est compatible avec les usages.

En conclusion, les milieux Air et Sols sont compatibles avec les usages pour l'ensemble des traceurs de risques.

Évolution des émissions du site :

Les émissions dans l'air du site vont évoluer du fait de la mise en place de nouvelles installations.

C'est pourquoi, conformément au guide méthodologique de l'INERIS, une évaluation prospective des risques sanitaires liés aux rejets atmosphériques du projet est nécessaire afin d'évaluer les risques pour les populations, notamment en intégrant l'exposition par ingestion du fait des retombées atmosphériques (transfert vers la chaîne alimentaire).

8. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES LIES AUX REJETS ATMOSPHERIQUES

8.1 ÉVALUATION DE L'EXPOSITION HUMAINE

L'étude de dispersion (cf. paragraphe 6) a permis d'estimer les concentrations dans l'air et les dépôts au sol imputables au projet. Ces résultats serviront dans le cadre de cette étude pour estimer les expositions des populations vivant autour du site.

8.1.1 Scénarios d'exposition retenus

Compte tenu des rejets des installations du site, des usages et des populations avoisinantes, les voies d'exposition retenues sont les suivantes (cf. schéma conceptuel d'exposition au paragraphe 4.7) :

- L'inhalation,
- L'ingestion :
 - de sol (ingestion directe),
 - de viande, volailles, œufs, lait, produits laitiers, de fruits et légumes (ingestion indirecte).

L'évaluation de l'exposition humaine est réalisée pour un scénario d'exposition appelé scénario Habitant « Majorant ».

L'étude porte sur des expositions chroniques, c'est-à-dire des expositions récurrentes ou continues pendant plusieurs années. La durée d'exposition des populations habitant à proximité du site a été prise égale à 50 ans. Cette durée d'exposition est celle préconisée par le guide de l'ASTEE²⁸ qui correspond à la durée d'exploitation du site (20 ans) ajoutée de la durée de post-exploitation (30 ans). De plus, cette hypothèse est majorante puisque les camions et engins pris en compte dans le calcul des émissions ne circuleront plus pendant la phase de post-exploitation.

Tableau 73 : récapitulatif du scénario retenu

SCENARIO	HABITANT « MAJORANT »
Individu	Adulte (plus de 18 ans) Enfant (6 classes d'âge)
Durée d'exposition	100 % du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 50 ans
Valeur retenue pour l'exposition par inhalation	Concentration au niveau de la zone habitée la plus exposée (point n°1 « Première habitation à l'ouest », point n°6 « Première habitation au nord-est », point n°7 « Première habitation à l'est » ou point n°10 « Première habitation au sud-ouest » selon les substances)
Valeur retenue pour l'exposition par ingestion	Ingestion directe Dépôts au niveau de la zone habitée la plus exposée (point n°5 « Habitation au nord », point n°7 « Première habitation à l'est » ou point n°10 « Première habitation au sud-ouest » selon les substances)

²⁸ « Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une installation de stockage de déchets ménagers et assimilés », Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement, février 2005.

SCENARIO	HABITANT « MAJORANT »
	Ingestion indirecte Dépôts au niveau de la zone de culture la plus exposée en dehors des limites de site (zone plus exposée que la zone habitée la plus exposée : hypothèse majorante)

Le Tableau 74 rappelle les valeurs de concentrations et de dépôts au sol retenus pour le scénario d'exposition, valeurs qui seront utilisées pour le calcul des doses d'exposition par inhalation et par ingestion.

Tableau 74 : concentrations et dépôts retenus pour le scénario d'exposition retenu

SCENARIO HABITANT MAJORANT		
Lieu		Zone habitée la plus exposée
Concentrations en moyenne annuelle (exposition chronique par inhalation)		
H ₂ S	µg/m ³	7,7E-02
NH ₃	µg/m ³	7,5E-02
HCl	µg/m ³	3,4E-02
HF	µg/m ³	1,3E-02
1,2 dichloroéthane	µg/m ³	1,8E-03
Acétaldéhyde	µg/m ³	6,0E-05
Benzène	µg/m ³	1,8E-02
Benzo(a)pyrène	µg/m ³	5,4E-07
Naphtalène	µg/m ³	1,3E-05
Dioxines	µg/m ³	2,7E-10
Cadmium	µg/m ³	7,7E-11
Mercure	µg/m ³	8,9E-05
Nickel	µg/m ³	3,6E-08
NOx assimilés au NO ₂	µg/m ³	8,3E-01
SO ₂	µg/m ³	1,4E-01
PM10	µg/m ³	4,4E-01
PM2,5	µg/m ³	4,8E-01
Dépôts totaux au sol (exposition chronique par ingestion)		
Benzo(a)pyrène	µg/m ² /s	3,1E-10
Naphtalène	µg/m ² /s	9,1E-09
Dioxines	µg/m ² /s	4,3E-13
Cadmium	µg/m ² /s	4,2E-13
Mercure	µg/m ² /s	4,2E-07
Nickel	µg/m ² /s	1,8E-10
PM10	µg/m ² /s	6,3E-03
PM2,5	µg/m ² /s	3,1E-03

8.1.2 Exposition par inhalation

8.1.2.1 Calcul des concentrations moyennes inhalées

Pour une exposition par inhalation, la dose d'exposition par inhalation correspond à la concentration moyenne inhalée (CI) et est calculée de la manière suivante :

$$CI = \frac{\sum Ci \times ti}{T}$$

Avec : CI : concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Ci : concentration de polluant dans l'air au lieu i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ti/T : Fraction du temps d'exposition à la concentration Ci

Pour les populations résidentes et les enfants, en l'absence de données sur le temps passé par les enfants et les résidents sur la zone d'étude et en dehors, et en l'absence aussi de données sur les concentrations d'exposition des personnes pendant le temps passé en dehors du domaine d'étude, il est posé l'hypothèse majorante que les enfants et les résidents séjournent **24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an** sur la zone d'étude (ti/T=1). Il n'est pas tenu compte de la protection apportée par les habitations vis-à-vis de l'exposition.

Le Tableau 75 présente les concentrations moyennes inhalées (CI) calculées pour le scénario d'exposition retenu.

Tableau 75 : concentrations moyennes inhalées (CI)

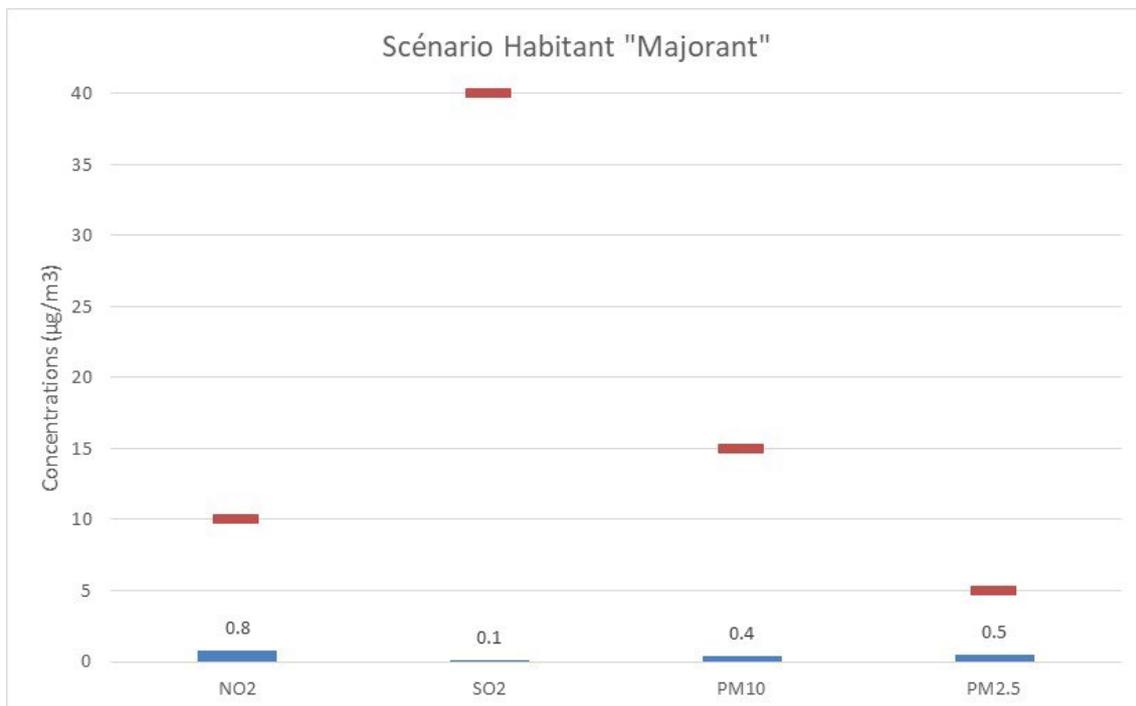
Substances	Unité	Scénario Habitant majorant
H ₂ S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,7E-02
NH ₃	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,5E-02
HCl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,4E-02
HF	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,3E-02
1,2 dichloroéthane	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,8E-03
Acétaldéhyde	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,0E-05
Benzène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,8E-02
Benzo(a)pyrène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5,4E-07
Naphtalène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,3E-05
Dioxines	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2,7E-10
Cadmium	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7,7E-11
Mercure	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,9E-05
Nickel	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,6E-08
NOx assimilés au NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8,3E-01
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,4E-01
PM ₁₀	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,4E-01
PM _{2,5}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,8E-01

8.1.2.2 Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Les NO_x (assimilés au NO₂), le SO₂ et les poussières (PM₁₀ et PM_{2,5}) ne disposent pas de valeur de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé (septembre 2021) pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les concentrations modélisées seront simplement comparées aux valeurs guides conformément à la note d'information de la DGS d'octobre 2014.

La Figure 33 présente les concentrations moyennes inhalées (CI) estimées pour le scénario d'exposition retenu en comparaison avec les valeurs guides de l'OMS (barre rouge). **Pour le scénario étudié, les concentrations inhalées sont inférieures aux recommandations de l'OMS.**

Figure 33 : comparaison avec les valeurs guides de l'OMS – risques chroniques



8.1.3 Exposition par ingestion

Il existe pour certains éléments comme les métaux, les dioxines/furanes et les HAP une possibilité d'exposition par ingestion liée aux retombées atmosphériques. Il convient de distinguer deux voies d'exposition potentielles par ingestion :

- **L'une directe par le biais d'ingestion de poussières** (mains, objets ou aliments souillés par de la terre et portés à la bouche). Des études expérimentales ont en effet permis d'estimer la part de poussières et de sols ingérés par les personnes exposées pour différentes tranches de la vie. Il est montré que les enfants, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes.
- **L'autre indirecte par le transfert de contaminants au travers de la chaîne alimentaire.** Cette voie concerne les composés susceptibles de se redéposer et qui ont de plus un caractère bio-cumulatif, c'est-à-dire qui ont la possibilité de s'accumuler sans être dégradés dans les végétaux et animaux.

8.1.3.1 Cibles retenues

En fonction des données disponibles sur les consommations alimentaires des individus, la population a été divisée en plusieurs classes d'âge :

- Classe 1 : de 0 à 1 an ;
- Classe 2 : de 1 à 3 ans ;
- Classe 3 : de 3 à 6 ans ;
- Classe 4 : de 6 à 11 ans ;
- Classe 5 : de 11 à 15 ans ;
- Classe 6 : de 15 à 18 ans ;
- Classe 7 : les plus de 18 ans.

Chaque classe d'âge inclut la borne inférieure et exclut la borne supérieure.

8.1.3.2 Voies d'exposition par ingestion

Les différentes voies possibles d'exposition par ingestion de produits d'origine locale sont les suivantes :

- Ingestion de sol ;
- Ingestion de légumes-racines ;
- Ingestion de légumes-feuilles ;
- Ingestion de légumes-fruits ;
- Ingestion de fruits ;
- Ingestion de viande bovine ;
- Ingestion de viande de porc ;
- Ingestion de viande de volaille ;
- Ingestion de lait et produits laitiers ;
- Ingestion d'œufs.

Ainsi, l'exposition par ingestion et en particulier par ingestion indirecte a été estimée en effectuant un calcul à partir d'équations simples qui permet une estimation sommaire de l'apport lié à l'ingestion de légumes et fruits d'origine locale (EPA, HHRAP)²⁹.

La méthodologie utilisée pour déterminer les concentrations dans les milieux d'exposition est détaillée en Annexe 5.

8.1.3.3 Calcul des doses d'exposition par voie digestive

La Dose Journalière d'Exposition (DJE) par ingestion est calculée suivant l'équation :

$$DJE = \sum_i \frac{C_i \times Q_i \times f_i}{P}$$

²⁹ EPA. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion facilities. July 1998. EPA530-D-98-001A.

Avec :

- DJE : Dose Journalière d'Exposition totale (mg/kg poids corporel/jour)
- C_i : concentration en polluant dans l'aliment i (mg/kg)
 i correspondant au sol (terre ingérée), aux légumes-feuilles, aux légumes-fruits, aux légumes-racines, aux fruits, à la viande de volaille, aux œufs, aux autres viandes et aux produits laitiers.
- Q_i : quantité de l'aliment i ingérée (kg/jour)
- f_i : fraction d'aliment i provenant de la zone d'exposition (-)
- P : masse corporelle de la cible (kg)

Les concentrations C_i dans l'aliment i sont calculées suivant les méthodologies présentées au paragraphe en Annexe 5.

Les Doses Journalières d'Exposition sont calculées en prenant comme hypothèses les valeurs de poids corporel, de consommations journalières et de taux d'autoconsommation préconisées par l'INERIS³⁰ et utilisées dans le logiciel MODUL'ERS pour chaque catégorie d'âge (cf. Tableau 76).

Tableau 76 : paramètres relatifs aux différentes catégories d'âge (données INERIS)

	Classe 1 : de 0 à 1 an	Classe 2 : de 1 à 3 ans	Classe 3 : de 3 à 6 ans	Classe 4 : de 6 à 11 ans	Classe 5 : de 11 à 15 ans	Classe 6 : de 15 à 18 ans	Classe 7 : les plus de 18 ans
Poids (kg)	7,6	12,4	17,8	28,7	47,2	60	70,4
Consommation de terre							
Quantité de terre ingérée (mg/j)	30	50	50	50	20	20	20
Consommation de légumes et fruits							
Quantité de fruit ingérée (g/j)	16	53	90	90	83	82	160
Quantité de tubercules ingérée (g/j)	18	52	46	46	58	60	58
Quantité de légume racine ingérée (g/j)	15	26	7	7	9	9	12
Quantité de légume feuille ingérée (g/j)	7	22	8	10	12	12	24
Quantité de légume fruit ingérée (g/j)	11	40	66	64	70	72	110
Consommation de produits d'origine animale							
Quantité de bœuf ingérée (g/j)	8,9	31,0	32,0	32,0	39,0	39,0	47,0
Quantité de porc ingérée (g/j)	0,3	22,0	25,0	25,0	32,0	34,0	40,0
Quantité de viande de volaille ingérée (g/j)	2,4	1,1	1,7	1,7	2,3	2,5	3,2
Quantité de produits laitiers ingérée (g/j)	0,1	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Quantité d'œufs ingérée (g/j)	1,8	11,0	10,0	10,0	10,0	11,0	15,0

³⁰ Rapport INERIS-DRC-14-141968-11173C (juin 2017) – Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS.

Tableau 77 : fraction d'aliments auto-produits dans la zone d'étude (données INERIS)

Catégories d'aliments	Fraction d'aliments auto-produits
Sol	1
Fruits	0,20
Tubercules	0,45
Légume racine	0,45
Légume feuille	0,50
Légume fruit	0,55
Viande de bœuf	0,03
Viande de porc	0,04
Viande de volaille	0,11
Œufs	0,15
Lait et produits laitiers	0,04

Les Doses Journalières d'Exposition liées au projet ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 78 (détail en Annexe 6).

Tableau 78 : dose Journalière d'Exposition totale pour chaque tranche d'âge – scénario habitant majorant

En mg/kg/jour	Cadmium	Méthyl-mercure	Mercure inorganique	Nickel	PCDD/F	Benzo(a)pyrène	Naphtalène
DJE Classe 1 : de 0 à 1 an	9,2E-13	1,8E-07	1,1E-05	1,8E-09	5,6E-12	1,6E-09	4,2E-07
DJE Classe 2 : de 1 à 3 ans	1,5E-12	3,0E-07	2,0E-05	3,9E-09	1,8E-11	3,1E-09	7,6E-07
DJE Classe 3 : de 3 à 6 ans	1,1E-12	1,7E-07	1,4E-05	2,3E-09	1,1E-11	1,8E-09	5,0E-07
DJE Classe 4 : de 6 à 11 ans	6,7E-13	1,1E-07	8,8E-06	1,5E-09	6,9E-12	1,1E-09	3,1E-07
DJE Classe 5 : de 11 à 15 ans	4,1E-13	7,1E-08	5,9E-06	8,9E-10	4,2E-12	6,5E-10	2,0E-07
DJE Classe 6 : de 15 à 18 ans	3,3E-13	5,6E-08	4,7E-06	7,0E-10	3,5E-12	4,9E-10	1,6E-07
DJE Enfant (moyenne)	8,2E-13	1,5E-07	1,1E-05	1,8E-09	8,2E-12	1,5E-09	3,9E-07
DJE Classe 7 : les plus de 18 ans	4,3E-13	6,5E-08	5,9E-06	8,4E-10	4,0E-12	5,1E-10	1,9E-07
DJE pondérée sur 50 ans	3,4E-13	5,8E-08	4,7E-06	7,4E-10	3,6E-12	5,6E-10	1,6E-07

8.2 CARACTERISATION DES RISQUES

La caractérisation des risques est la dernière étape de la démarche d'évaluation des risques sanitaires. Elle consiste à confronter les concentrations ou doses auxquelles les populations sont exposées et les valeurs toxicologiques de référence retenues.

8.2.1 Méthodologie

La caractérisation des risques étant établie à partir des valeurs toxicologiques de référence, elle se distingue, de la même façon que les VTR pour les composés à effet à seuil et pour les composés à effet sans seuil.

8.2.1.1 Substances à effets à seuil

Pour les polluants à seuil (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), il s'agit de calculer les quotients de danger (QD) qui sont le rapport entre les concentrations (CI : Concentration moyenne Inhalée) attendues dans l'environnement ou la Dose Journalière d'Exposition (DJE) et la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) (Concentration ou Dose de Référence).

Le quotient de danger est donc le suivant :

$$\begin{array}{l} \text{Inhalation} \\ QD = \frac{CI}{VTR_{AS,inh}} \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{Ingestion} \\ QD = \frac{DJE}{VTR_{AS,ing}} \end{array}$$

Où : QD : Quotient de danger
CI : Concentration moyenne inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 $VTR_{AS,ing}$: Valeur Toxicologique de Référence à seuil par inhalation (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
DJE : Dose journalière d'Exposition (en mg/kg de poids corporel/jour)
 $VTR_{AS,inh}$: Valeur Toxicologique de Référence à seuil par ingestion (en mg/kg/jour)

Pour l'exposition par ingestion, la DJE étant fonction des quantités ingérées, variables avec l'âge, il est calculé un QD pour chacune des tranches d'âge entre 0 et 18 ans et pour les adultes (plus de 18 ans). Dans les tableaux de résultats, les résultats de ces tranches d'âge d'enfants sont présentés sous le terme « enfants » qui est une moyenne des cinq tranches d'âge de 0 à 18 ans inclus.

En termes d'interprétation, lorsque ce quotient est inférieur à 1, la survenue d'effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1, la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

8.2.1.2 Substances à effets sans seuil

Pour les polluants cancérigènes génotoxiques et donc considérés sans seuil d'effet, le risque représente la probabilité de survenue d'effets nocifs chez un individu.

L'excès de risque individuel (ERI) est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire (ERU) vie entière (conventionnellement 70 ans) par la dose journalière d'exposition (DJE) pour la voie digestive ou par la concentration atmosphérique inhalée (CI) pour l'inhalation.

L'Excès de Risque Individuel est donc le suivant :

$$\begin{array}{l} \text{Inhalation} \\ ERI = \sum CI_i \times \frac{T_i}{T_m} \times VTR_{SS,inh} \end{array} \qquad \begin{array}{l} \text{Ingestion} \\ ERI = \sum DJE_i \times \frac{T_i}{T_m} \times VTR_{SS,ing} \end{array}$$

Où : ERI : Excès de Risque Individuel
 $VTR_{SS=ERU}$: Excès de Risque Unitaire par ingestion (en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$) ou par inhalation (ERU_i en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$). L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée.
 CI_i : Concentration inhalée pour la période d'exposition i (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 DJE_i : Dose journalière d'Exposition pour la période d'exposition i (en mg/kg/jour)

T_i : durée de la période d'exposition i (années)

En termes d'interprétation, l'ERI représente la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet néfaste chez un individu exposé pendant toute sa vie aux concentrations/doses du composé cancérigène, par rapport à un sujet non exposé.

Le niveau de risque cancérigène peut être comparé au risque de 1 pour 100 000 (ou 10^{-5}), niveau repère, qualifié « d'acceptable », par différentes instances internationales.

8.2.1.3 Critères d'acceptabilité

Pour apprécier les résultats de la caractérisation des risques, les indicateurs de risque de chaque substance sont comparés, conformément à la circulaire du 9 août 2013 et au guide de l'INERIS 2021, aux valeurs repères suivantes :

- Les QD ne doivent pas dépasser 1 ;
- Les ERI ne doivent pas dépasser 10^{-5} .

Ces valeurs repères (ou critères d'acceptabilité) sont utilisées par l'évaluateur pour distinguer les risques jugés « non préoccupants » des risques jugés « préoccupants » du point de vue de la santé des populations exposées.

8.2.1.4 Risque global

Pour tenir compte de l'exposition conjointe à plusieurs composés (exposition combinée), il est possible d'estimer le risque sanitaire global en additionnant les risques (QD ou ERI) pour tous les traceurs de risque.

Toutefois, les critères d'acceptabilité fixés par la circulaire du 9 août 2013 et repris dans le guide INERIS 2021 s'appliquent aux résultats substance par substance, sans additionner les QD et les ERI.

8.2.2 Évaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil

Concernant les risques par inhalation, le Tableau 79 présente les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) **pour le scénario Habitant Majorant (zone habitée la plus exposée)** et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues pour l'exposition par inhalation. Les QD sont classés par ordre décroissant afin de hiérarchiser les substances.

Tableau 79 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation

Substance	Voie d'exposition	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)	Dose d'exposition (CI / DJE)		Quotient de Danger (QD)	
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
H ₂ S	Inhalation	2,00E+00	7,7E-02		3,8E-02	
HCl	Inhalation	9,00E+00	3,4E-02		3,8E-03	
Mercure	Inhalation	3,00E-02	8,9E-05		3,0E-03	
Benzène	Inhalation	1,00E+01	1,8E-02		1,8E-03	
HF	Inhalation	1,40E+01	1,3E-02		9,3E-04	
Benzo(a)pyrène	Inhalation	2,00E-03	5,4E-07		2,7E-04	

Substance	Voie d'exposition	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)	Dose d'exposition (CI / DJE)		Quotient de Danger (QD)	
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
NH ₃	Inhalation	5,00E+02	7,5E-02		1,5E-04	
Dioxines	Inhalation	4,00E-05	2,7E-10		6,7E-06	
1,2 dichloroéthane	Inhalation	3,00E+03	1,8E-03		5,9E-07	
Acétaldéhyde	Inhalation	1,60E+02	6,0E-05		3,8E-07	
Naphtalène	Inhalation	3,70E+01	1,3E-05		3,5E-07	
Nickel	Inhalation	2,30E-01	3,6E-08		1,5E-07	
Cadmium	Inhalation	3,00E-01	7,7E-11		2,6E-10	
Cadmium	Inhalation	4,50E-01	7,7E-11		1,7E-10	

Pour tous les traceurs de risque à seuil, pour une exposition par inhalation, le quotient de danger est inférieur à la valeur repère égale à 1. Le sulfure d'hydrogène présente le quotient de danger le plus élevé avec une valeur de 0,038 dans la zone habitée la plus exposée.

Concernant les risques par ingestion, le Tableau 80 présente les Quotients de Danger (QD) calculés à partir des Doses Journalières d'Exposition (DJE) estimées **pour le scénario Habitant Majorant (zone de culture la plus exposée en dehors du site)**, et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues pour l'exposition par ingestion. Les QD sont classés par ordre décroissant afin de hiérarchiser les substances.

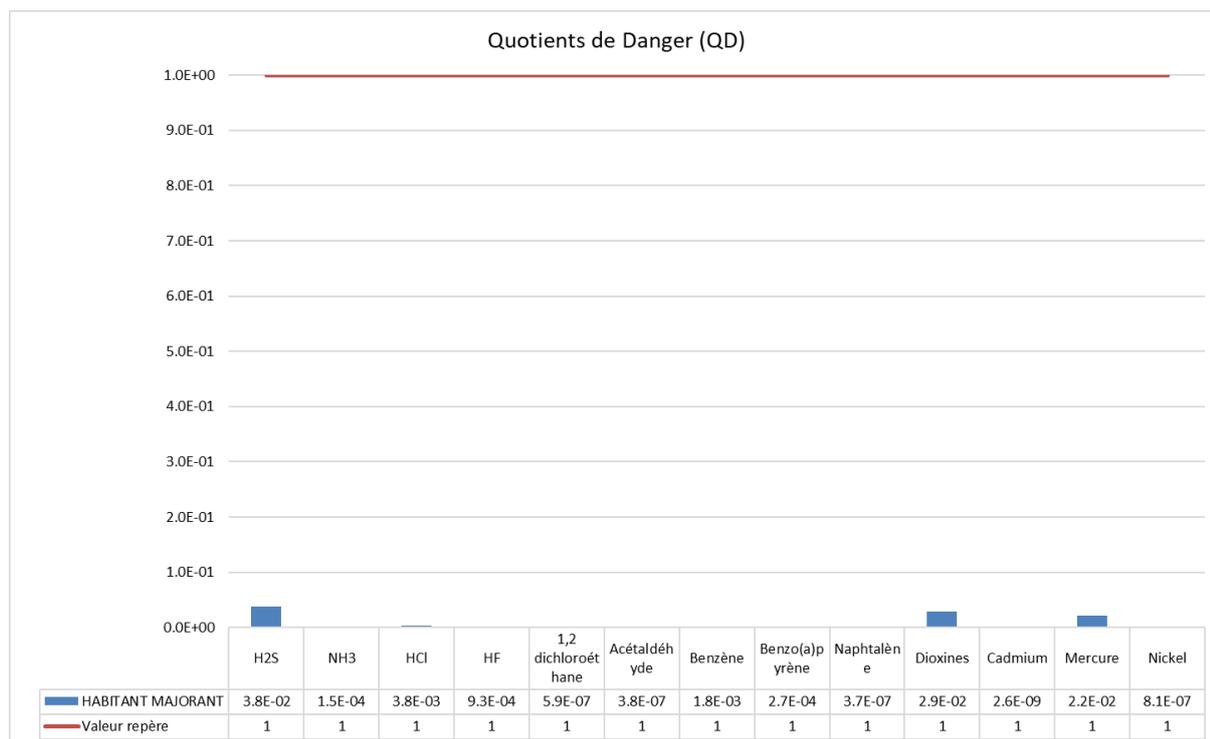
Tableau 80 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par ingestion

Substance	Voie d'exposition	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)	Dose d'exposition (CI / DJE)		Quotient de Danger (QD)	
			Enfant	Adulte	Enfant	Adulte
Dioxines	Ingestion	2,86E-10	8,2E-12	4,0E-12	2,9E-02	1,4E-02
Mercure inorganique	Ingestion	5,70E-04	1,1E-05	5,9E-06	1,9E-02	1,0E-02
Méthylmercure	Ingestion	1,90E-04	1,5E-07	6,5E-08	7,7E-04	3,4E-04
Nickel	Ingestion	2,80E-03	1,8E-09	8,4E-10	6,6E-07	3,0E-07
Naphtalène	Ingestion	2,00E+01	3,9E-07	1,9E-07	2,0E-08	9,3E-09
Cadmium	Ingestion	3,50E-04	8,2E-13	4,3E-13	2,3E-09	1,2E-09
Benzo(a)pyrène	Ingestion	3,00E-01	1,5E-09	5,1E-10	4,9E-09	1,7E-09

Pour tous les traceurs de risque à seuil, pour une exposition par ingestion, le quotient de danger est inférieur à la valeur repère égale à 1. Les dioxines et furanes présentent le quotient de danger le plus élevé avec une valeur de 0,029 dans la zone de culture la plus exposée.

La Figure 34 synthétise les Quotients de Danger (QD) calculés par substance pour l'ensemble des voies d'exposition (exposition agrégée en sommant l'exposition par inhalation et par ingestion).

Figure 34 : quotients de danger par traceur du risque à seuil



Les Quotients de Danger calculés par substance sont tous très inférieurs à la valeur repère égale à 1. Toute voie d'exposition confondue, le sulfure d'hydrogène présente le quotient de danger le plus élevé avec une valeur de 0,038.

Les risques liés aux substances à effets à seuil induits par les rejets atmosphériques du projet peuvent être jugés « non préoccupants » selon les critères d'acceptabilité.

8.2.3 Évaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil

Concernant les risques par inhalation, le Tableau 81 présente les Excès de Risque Individuel (ERI) calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) **pour le scénario Habitant Majorant (zone habitée la plus exposée)** et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues. Les ERI sont classés par ordre décroissant afin de hiérarchiser les substances.

Tableau 81 : excès de risque individuel pour les traceurs du risque sans seuil par inhalation

Substances	Voies d'exposition	VTR (($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹ ou (mg/kg/j) ⁻¹)	Dose d'exposition (CI / DJE)	Excès de Risque Individuel (ERI)
Benzène	Inhalation	2,6E-05	1,8E-02	3,3E-07
Dioxines	Inhalation	3,8E+01	2,7E-10	7,3E-09
1,2 dichloroéthane	Inhalation	3,4E-06	1,8E-03	4,3E-09
Benzo(a)pyrène	Inhalation	6,0E-04	5,4E-07	2,3E-10
Acétaldéhyde	Inhalation	2,2E-06	6,0E-05	9,5E-11
Naphtalène	Inhalation	5,6E-06	1,3E-05	5,2E-11
Nickel	Inhalation	1,7E-04	3,6E-08	4,3E-12

Pour tous les traceurs de risque sans seuil, pour une exposition par inhalation, l'Excès de Risque Individuel est inférieur à la valeur repère égale à 1.10^{-5} . Le benzène présente l'Excès de Risque Individuel le plus élevé avec une valeur de $3,3.10^{-7}$.

Concernant les risques par ingestion, le Tableau 82 présente les Excès de Risque Individuel (ERI) calculés à partir des Doses Journalières d'Exposition (DJE) estimées **pour le scénario Habitant Majorant (zone de culture la plus exposée en dehors du site)** et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues pour l'exposition par ingestion. Les ERI sont classés par ordre décroissant afin de hiérarchiser les substances.

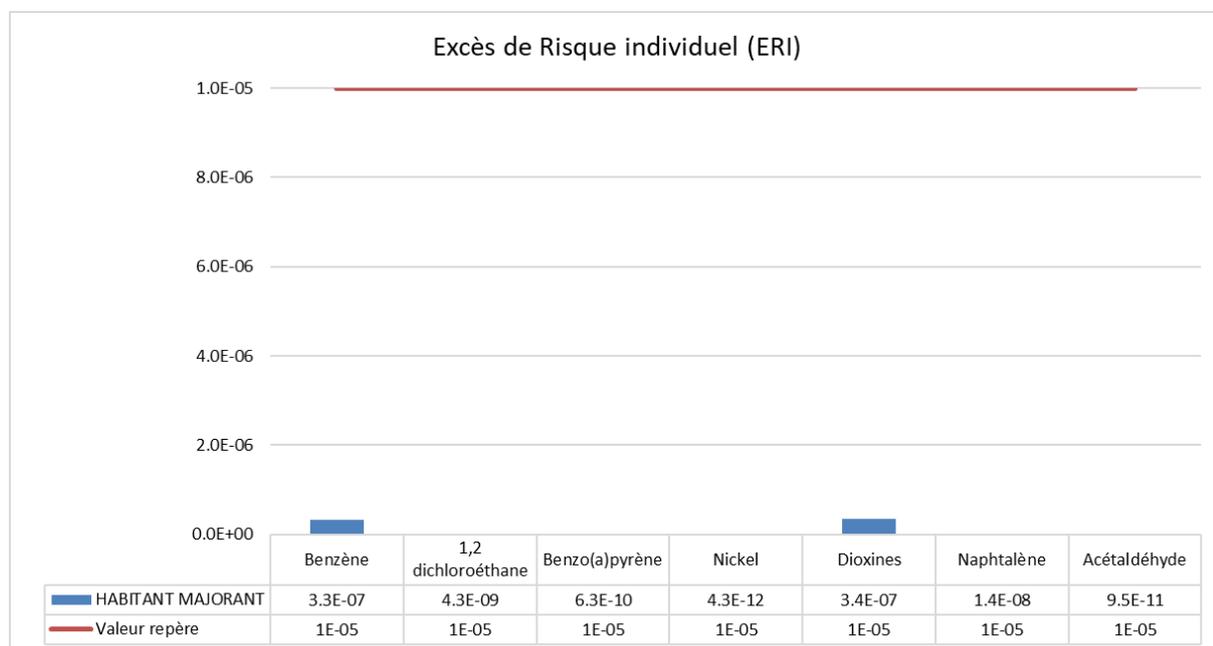
Tableau 82 : excès de risque individuel pour les traceurs du risque sans seuil par ingestion

Substances	Voies d'exposition	VTR (($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹ ou (mg/kg/j) ⁻¹)	Dose d'exposition (CI / DJE)	Excès de Risque Individuel (ERI)
Dioxines	Ingestion	1,3E+05	3,6E-12	3,3E-07
Naphtalène	Ingestion	1,2E-01	1,6E-07	1,4E-08
Benzo(a)pyrène	Ingestion	1,0E+00	5,6E-10	4,0E-10

Pour tous les traceurs de risque sans seuil, pour une exposition par ingestion, l'Excès de Risque Individuel est inférieur à la valeur repère égale à 1.10^{-5} . Les dioxines et furanes présente l'Excès de Risque Individuel le plus élevé avec une valeur de $3,3.10^{-7}$.

La Figure 35 synthétise les Excès de Risque Individuel (ERI) calculés par substance pour l'ensemble des voies d'exposition (exposition agrégée en sommant l'exposition par inhalation et par ingestion).

Figure 35 : excès de risque individuel pour les traceurs du risque sans seuil



Les Excès de Risque Individuel calculés par substance sont tous très inférieurs à la valeur repère égale à 1.10^{-5} . Toute voie d'exposition confondue, le benzène présente l'Excès de Risque Individuel le plus élevé avec une valeur de $3,3.10^{-7}$.

Les risques liés aux substances sans effets à seuil induits par les rejets atmosphériques du projet peuvent être jugés « non préoccupants » selon les critères d'acceptabilité.

8.2.4 Cas particulier des PM_{2,5}

L'ANSES a publié une VTR pour les poussières PM_{2,5} en janvier 2023. Compte tenu des études disponibles en population générale examinant l'exposition à long terme aux PM qui montrent des effets sur la santé aux plus faibles concentrations et ce, sans seuil discernable, l'ANSES a construit une VTR sans seuil d'effet qui couvre :

- La mortalité toutes causes non accidentelles et la réduction de l'espérance de vie ;
- Pour la santé respiratoire : la mortalité de causes respiratoires (toutes causes et causes spécifiques : BPCO12, infections des voies respiratoires inférieures) et l'incidence de maladies chroniques (asthme chez l'enfant et chez l'adulte, BPCO) ;
- Pour la santé cardiovasculaire : la mortalité de causes cardiovasculaires (toutes causes et causes spécifiques : AVC13 et cardiopathie ischémique), l'incidence d'évènements ou maladies cardiovasculaires (AVC, cardiopathie ischémique, évènements coronariens, infarctus) et l'hypertension artérielle ;
- Pour les cancers : l'incidence du cancer du poumon, la mortalité par cancer du poumon ;
- Pour la santé périnatale : le petit poids de naissance, la prématurité et la prééclampsie.

La VTR long terme par voie respiratoire pour les PM_{2,5} de l'air ambiant retenue par l'ANSES est de $1,28 \cdot 10^{-2} (\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})^{-1}$.

Cependant, comme indiqué dans le document ANSES³¹, il n'existe pas à ce jour de consensus ou recommandations sur des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant.

Une comparaison de l'ERI obtenue en utilisant l'ERU de l'ANSES avec le niveau de risque acceptable de $1 \cdot 10^{-5}$ (niveau de risque considéré comme acceptable dans l'évaluation des risques sanitaires en France pour les risques sans seuil) n'est donc pas pertinente et l'ANSES n'a pas accompagné sa proposition de VTR par des valeurs de concentrations équivalentes à des niveaux acceptables d'excès de risque individuel (ERI).

C'est pourquoi l'ERI calculé pour les poussières fait l'objet d'un traitement particulier.

Le Tableau 83 indique l'ERI calculé pour les poussières en utilisant la VTR sans seuil pour les PM_{2,5}.

Tableau 83 : excès de risque individuel calculé pour les PM_{2,5}

Substances	Voies d'exposition	VTR (($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹)	Dose d'exposition (CI / DJE)	Excès de Risque Individuel (ERI)
PM _{2,5}	Inhalation	1,28E-02	4,8E-01	4,4E-03

³¹ AVIS et RAPPORT de l'Anses relatif à la recommandation de VTR par voie respiratoire pour l'exposition à long terme aux particules de l'air ambiant extérieur (PM_{2,5}) et à la faisabilité d'élaborer des VTR pour le carbone suie et les particules ultrafines, ANSES, JANVIER 2023.

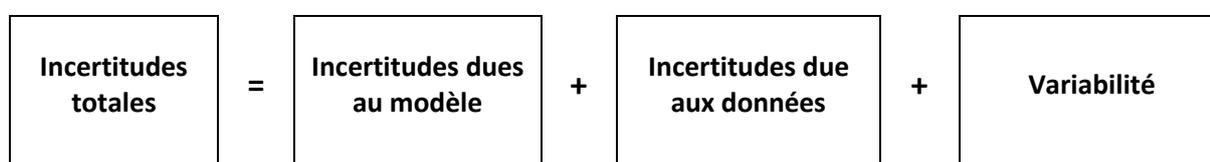
9. INCERTITUDES

Ce paragraphe a pour objectif d'inventorier les incertitudes liées à la démarche d'évaluation des risques sanitaires ou aux hypothèses retenues dans les différentes étapes.

Les incertitudes sont classées en fonction de l'influence qu'elles peuvent avoir sur les résultats d'évaluation des risques sanitaires, chaque fois que cette précision peut être apportée.

9.1 INCERTITUDES RELATIVES A LA MODELISATION ATMOSPHERIQUE

Les incertitudes liées à la modélisation de pollution de l'air ont été définies (Morgan M.G, 1990) comme étant le cumul, au prorata de leurs contributions, des incertitudes des différentes données nécessaires au fonctionnement du modèle et au modèle lui-même. Ces incertitudes peuvent être résumées par l'équation ci-dessous :



Pour d'autres auteurs, elles ont pour origine trois sources majeures (Hanna, 2004) en ce qui concerne la modélisation de la qualité de l'air :

- La variabilité des résultats due aux fluctuations naturelles de la concentration dans l'atmosphère (turbulences aléatoires). Ce type d'incertitude sera présent dans n'importe quel modèle prenant en compte des phénomènes météorologiques ;
- Les erreurs sur les données d'entrées : émissions, données sur les instruments de mesures ou manque de représentativité des instruments de mesures par exemple ;
- Les erreurs dues à la représentation de la physique dans les modèles soit dues à des erreurs de formulation soit dues à des incertitudes dans les paramètres utilisés dans les formulations.

9.1.1 Incertitudes liées au modèle : validation du modèle ARIA Impact

Afin de déterminer les incertitudes sur le modèle ARIA Impact, diverses comparaisons avec des campagnes de mesures ont été effectuées :

- Étude RECORD (Perkins, 2005) concernant l'application de plusieurs modèles gaussiens sur deux campagnes de mesures internationales : la campagne « Prairy Grass », représentative d'un rejet au sol en milieu rural et la campagne « Indianapolis » relative à un rejet de cheminée en milieu urbain. Les résultats de cette étude sont disponibles à l'adresse web suivante http://www.record-net.org/record/synthPDF/Synth_record03-0805_2A.pdf. Les résultats de cette étude montrent qu'en milieu rural et pour un rejet au sol, ARIA Impact a tendance à sous-estimer légèrement (17%) les mesures avec un coefficient de corrélation aux mesures tout à fait acceptable. En milieu urbain, ARIA Impact a tendance à surestimer les concentrations (1 %) mesurées avec un coefficient de corrélation moins performant (0,37) mais correspondant à la meilleure corrélation obtenue parmi des modèles testés ;
- Étude ARIA Technologies pour le SPPPI Dunkerque concernant l'application du modèle ARIA Impact à l'ensemble de la zone industrielle de Dunkerque pour les rejets de SO₂. Les comparaisons aux capteurs du réseau OPAL'AIR ont montré un ratio modèle/mesures pour la concentration de 0,95 en moyenne ;

- Étude AFSSA des retombées en dioxines/furanes et PCB à proximité de plusieurs incinérateurs français basée sur une comparaison des dépôts calculés par ARIA Impact avec une campagne de mesures terrain. Les résultats ont été estimés satisfaisants ;
- Comparaison des résultats de déposition obtenus par le modèle ARIA Impact autour d'une installation industrielle émettant du fluor en prenant en compte des rejets canalisés et surfaciques. Le ratio modèle/mesures obtenu est de 84 %.

ARIA Impact a obtenu de bonnes performances dans le cadre de plusieurs campagnes de mesures in situ, ce qui est un gage de qualité et de fiabilité du modèle.

9.1.2 Incertitudes liées aux données d'entrée

Les données d'entrées du modèle sont de trois natures :

- Les émissions ;
- La météorologie ;
- Les paramètres du modèle choisis.

9.1.2.1 Incertitudes liées aux émissions

La concentration calculée par le modèle à une échéance donnée est directement proportionnelle aux flux émis par l'installation pour chaque polluant. Les approximations faites au niveau des émissions ont donc un impact direct sur les concentrations et dépôts calculés.

Les émissions ont été quantifiées en prenant systématiquement des hypothèses majorantes.

9.1.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques

Les données météorologiques sont issues des mesures de Météo-France. La station choisie a été qualifiée comme étant la plus représentative du site par Météo-France.

L'incertitude la plus grande dans la fourniture des données de Météo-France est l'incertitude sur la direction du vent qui est de +/- 5°. Ce manque de précision sur la direction de vent peut avoir pour incidence la surestimation des concentrations dans les 36 directions « mesurées » et une sous-estimation dans les zones entre deux données de direction « mesurées ». Cette incertitude est compensée dans le modèle ARIA Impact par l'ajout à chaque échéance météorologique d'une direction additionnelle aléatoire comprise entre -5° et +5° afin de mieux simuler les directions réelles.

Les précisions des mesures de vent d'un dixième m/s et celle de la température d'un dixième de degré Celsius sont largement suffisantes compte tenu de leur intervention dans les équations.

Les données de nébulosité sont exprimées en octas. Elles sont issues d'une observation « manuelle » de l'opérateur Météo-France. En l'absence de données, le modèle ARIA Impact compense ces données invalides en basculant sur une méthode simplifiée dite « vent/jour/nuit » où la classe de stabilité est répartie entre les classes légèrement instable à stable en fonction de la vitesse du vent et du jour ou de la nuit.

9.1.2.3 Incertitudes liées aux paramètres du modèle

Dans les modèles complexes prenant en compte de façon fine les géométries et ayant des paramétrisations fines des phénomènes physiques, l'incertitude liée au choix par l'utilisateur des

paramètres du modèle, c'est-à-dire des options de calcul mais également de la génération du maillage de calcul peut être grande. Des études ont montré qu'à données identiques, le même modèle mis en œuvre par deux équipes différentes pouvait conduire à des résultats présentant des écarts importants.

Dans le cadre de cette étude, le modèle ARIA Impact retenu est un modèle très simple dont l'essentiel des paramètres a été présenté dans le paragraphe 6.2.1.2. Les options du modèle retenues pour cette étude sont ceux qui ont été utilisés pour les études de validation du modèle définies ci-dessus. Les limites d'utilisation du modèle ont été respectées.

Concernant les paramètres liés aux polluants (vitesse de dépôt, coefficient de lessivage, type particulaire ou non), ces paramètres sont issus de l'état de l'art actuel des connaissances.

9.2 INCERTITUDES RELATIVES A L'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

9.2.1 Facteurs de sous-estimation des risques

Exposition par voie cutanée non considérée

Il n'existe pas de VTR spécifique à cette voie d'exposition. De plus, la transposition à partir des VTR pour les voies respiratoire et orale n'est pas recommandée (note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014). Cette sous-estimation n'a pas forcément d'impact sur les résultats d'évaluation des risques sanitaires, étant donné que l'absorption des polluants par voie cutanée est négligeable devant l'absorption par voies respiratoire et/ou digestive (surface d'échange plus importante et transferts facilités).

Exposition *via* l'ingestion d'eau

L'exposition *via* l'ingestion d'eau du robinet ou d'eau de baignade n'a pas été prise en compte dans l'étude. En effet, l'eau consommée à partir du robinet subit un traitement en usine d'eau potable qui lui confère une composition différente de celle de la ressource utilisée.

Bruits de fond

Conformément au guide de l'INERIS, l'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur l'impact du projet, et ne tient pas compte du bruit de fond dans le calcul des risques sanitaires.

9.2.2 Facteurs de surestimation des risques

La méthodologie pour estimer les risques sanitaires potentiels emploie par nature les principes de précaution et sont par défaut conservatrices.

Estimation des émissions

Les émissions ont été quantifiées en prenant systématiquement des hypothèses majorantes (amplitudes horaires, taux d'utilisation des engins, distances parcourues par les poids lourds, etc.).

Durée d'exposition

En absence de données sur le temps d'exposition des personnes, il est pris l'hypothèse qu'elles séjournent sur leur lieu d'habitation en permanence (365 j/an, 24h/24) pendant 50 ans correspondant à la durée d'exploitation du site (20 ans) et de la durée de post-exploitation du site (30 ans). Cette hypothèse est majorante puisque les camions et engins pris en compte dans le calcul des concentrations

ne circuleront plus pendant la phase de post-exploitation. De plus, les personnes ne seront pas exposées en permanence car elles sont amenées à se déplacer pour des raisons personnelles (congés, loisirs) et professionnelles.

Zone d'exposition

Les zones d'expositions étudiées correspondent à la zone habitée la plus exposée du domaine d'étude.

Ainsi, il a été fait l'hypothèse que des personnes séjournent en permanence (24h/24) dans cette zone la plus exposée et mangent, comme produits locaux, des produits cultivés/élevés dans la zone agricole la plus exposée du domaine d'étude. **Cette hypothèse est très majorante (somme des cas les plus pénalisants) et n'est pas représentative d'une situation réelle.**

Pénétration des polluants dans les habitats

Il est posé l'hypothèse que les polluants ont un taux de pénétration dans les habitats de 100 %, ce qui est une hypothèse majorante pour les éléments traces.

9.2.3 Facteurs dont le sens d'influence sur les résultats n'est pas connu ou est variable

Constance des paramètres

Toutes les données utilisées (émissions, dispersion, transferts, exposition) sont supposées rester constantes pendant les années d'exposition futures étudiées.

Interactions des polluants

En absence de connaissances scientifiques suffisantes sur les interactions des polluants les uns par rapport aux autres et des conditions d'interactions en eux, il a été considéré que les polluants qui avaient la même cible organique et le même mécanisme d'action cumulaient leurs risques. En réalité, les polluants peuvent également avoir des effets antagonistes (dans ce cas les risques seraient en réalité inférieurs aux risques calculés) ou synergiques (dans ce cas nous aurions minimisé les risques).

10. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

SUEZ RV Ouest projette de poursuivre l'exploitation de l'Installation de Stockage de Déchets non Dangereux (ISDVD) et de développer un projet industriel de recyclage et valorisation énergétique sur le site SUEZ à Gueltas (56). Dans le cadre de la réalisation du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE), ARIA Technologies est sollicitée pour la réalisation de l'Interprétation de l'État des Milieux (IEM) et de l'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) liés au projet.

L'évaluation est menée en application de la circulaire GGPR & DGS du 9 août 2013 et conformément au guide « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013 et remis à jour en septembre 2021.

La démarche intégrée se déroule en quatre étapes :



Inventaire des émissions

Les émissions ont été quantifiées en prenant systématiquement des hypothèses majorantes (amplitudes horaires, taux d'utilisation des engins, distances parcourues par les poids lourds, etc.) à partir des données existantes au moment de la réalisation de l'étude.

Le tableau suivant présente les sources d'émissions atmosphériques retenues.

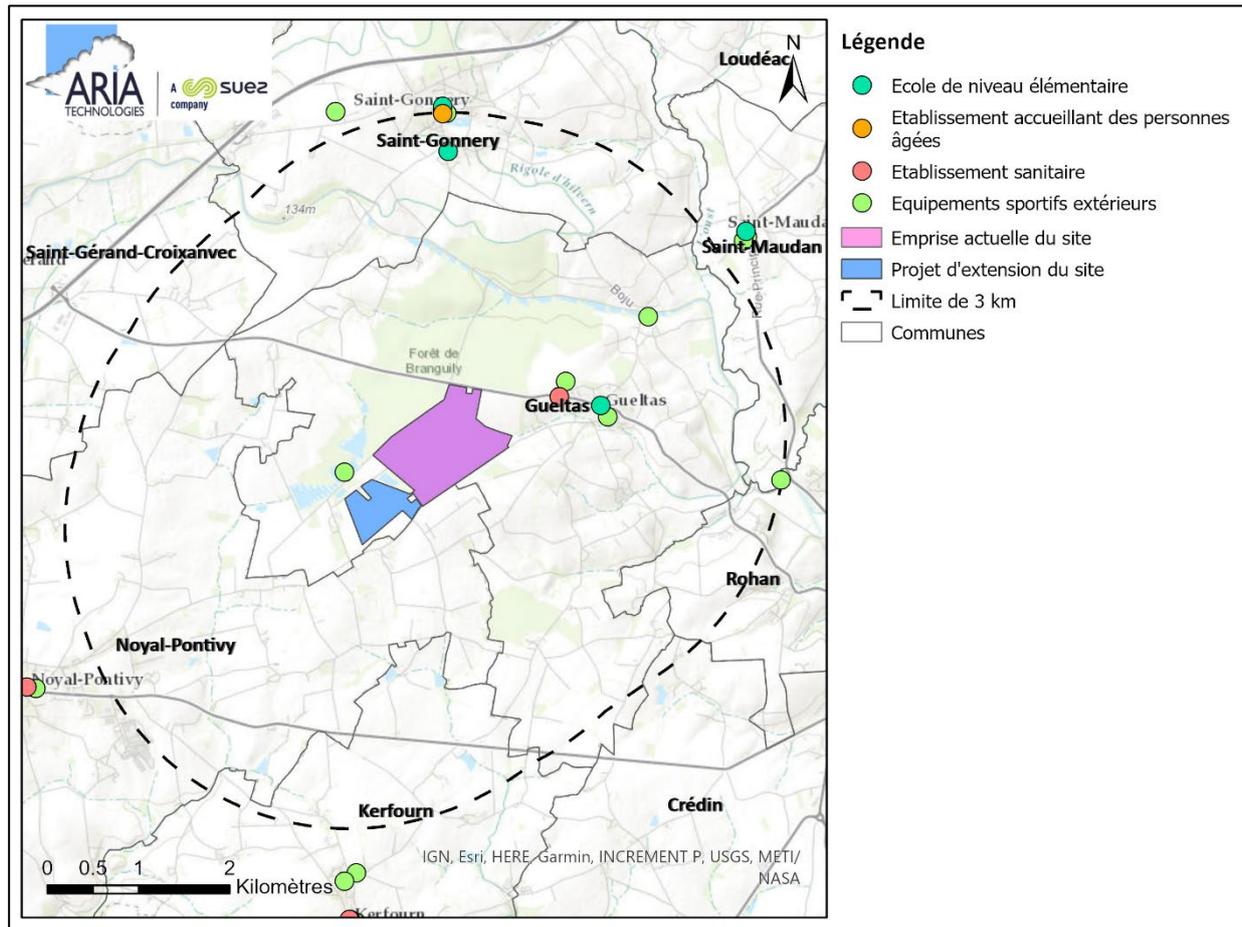
Activité	Installation	Source recensée	Type d'émission	Substances potentiellement émises
Déchets Non Dangereux	Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND)	Zone de stockage : fuite de biogaz	Diffuse	H ₂ S, benzène, 1,2 dichloroéthane
		Moteur de valorisation	Canalisée	CO, NO _x , COVnm, benzène, poussières
		Unité Wagabox	Canalisée	CO, NO _x , COVnm, SO ₂ , HCl, HF, poussières, H ₂ S
		Torchère	Canalisée	H ₂ S, benzène, 1,2 dichloroéthane, NO _x , CO, HCl, HF, SO ₂
Lixiviats	Bassins des lixiviats	Surface des bassins	Diffuse	H ₂ S, NH ₃
Activités de broyage et de compostage	Broyage du bois A	Broyeur	Diffuse	NO _x , poussières, benzène, naphthalène
	Compostage	Andains de compostage	Diffuse	Cadmium, nickel, naphthalène, H ₂ S, NH ₃ , acétaldéhyde, benzène,
Pôle énergie	Chaudière HPCI	Chaudière	Canalisée	Poussières, COVt, CO, HCl, HF, SO ₂ , NO _x , NH ₃ , Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Hg, PCDD/PCDF
	Broyage du bois B	Broyeur	Diffuse	NO _x , poussières, benzène, naphthalène
Véhicules	Circulation sur le site pour les différentes activités	Circulation des camions (gaz d'échappement et soulèvement de poussières)	Diffuse	Poussières, benzène, NO _x , HAPs
		Engins	Diffuse	Poussières, benzène, NO _x , HAPs

Les émissions recensées sur le site correspondent à des rejets canalisés et diffus dans l'air. Les polluants ayant les émissions les plus importantes sont le monoxyde de carbone et les COVt.

À noter que la gestion des eaux sur le site n'entraîne pas de rejet direct dans le milieu naturel. Elle sera adaptée en prenant en compte les modifications du site, et notamment l'extension de l'ISDND.

Évaluation des enjeux et des voies d'exposition

Les premières zones habitées sont situées à environ 60 mètres à l'ouest des futures limites du site. Plusieurs établissements accueillant des populations sensibles et installations sportives en extérieur ont été recensés dans un rayon de 3 km autour du site. L'établissement recevant des personnes sensibles le plus proche (foyer de vie Ty Lann) se trouve à environ 700 mètres des limites du site (figure suivante).

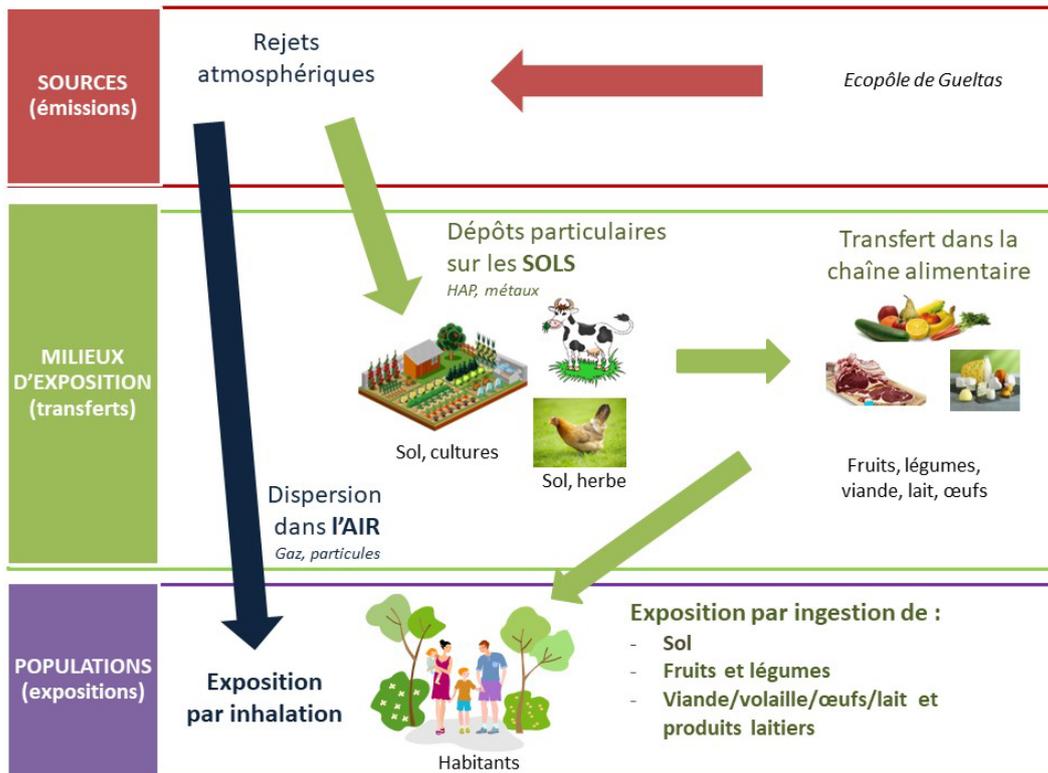


Le site est principalement entouré d'espaces naturels, de forêts et de zones agricoles. Les zones agricoles correspondent en grande partie à des prairies et à des cultures de céréales (blé, maïs, orge).

Compte tenu des rejets atmosphériques du projet et après analyse des usages autour du site et des populations avoisinantes, **les milieux d'exposition retenus sont l'Air et les Sols.**

Les voies d'exposition retenues pour la population dans cette étude sont :

- L'inhalation,
- L'ingestion :
 - de sol (ingestion directe),
 - de viande, volailles, œufs, lait, produits laitiers, de fruits et légumes (ingestion indirecte).



Les traceurs de risque ont ensuite été choisis à partir des émissions estimées, des toxicités des substances émises et des classements de ratios calculés en divisant les émissions par les VTR pour chaque substance recensée. Les substances retenues comme traceurs de risques sont les suivantes :

- Sulfure d'hydrogène ;
- Ammoniac ;
- Acide chlorhydrique ;
- Acide fluorhydrique ;
- Acétaldéhyde ;
- Benzène ;
- Benzo(a)pyrène ;
- Naphtalène
- Cadmium ;
- Mercure ;
- Nickel ;
- Dioxines/furanes.

Le 1,2 dichloroéthane est également retenu car avec le benzène et le sulfure d'hydrogène, il fait partie des trois substances retenues comme traceurs de risque par le guide de l'ASTEE relatif aux installations de stockage de déchets. Le NO₂, le SO₂ et les poussières (PM₁₀ et PM_{2,5}) sont également retenus en tant que traceurs d'émission car ce sont des traceurs de combustion (torchère, chaudière, camions...).

Une étude de dispersion a été réalisée afin d'estimer les concentrations dans l'air et les dépôts au sol imputables aux installations du projet. **Les concentrations en moyenne annuelle** estimées par modélisation **sont inférieures aux valeurs limites** de la qualité de l'air pour tous les traceurs de risque lorsqu'elles existent. Les concentrations les plus élevées sont situées sur site ou en bordure de site dans des zones non habitées, et diminuent rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne du site.

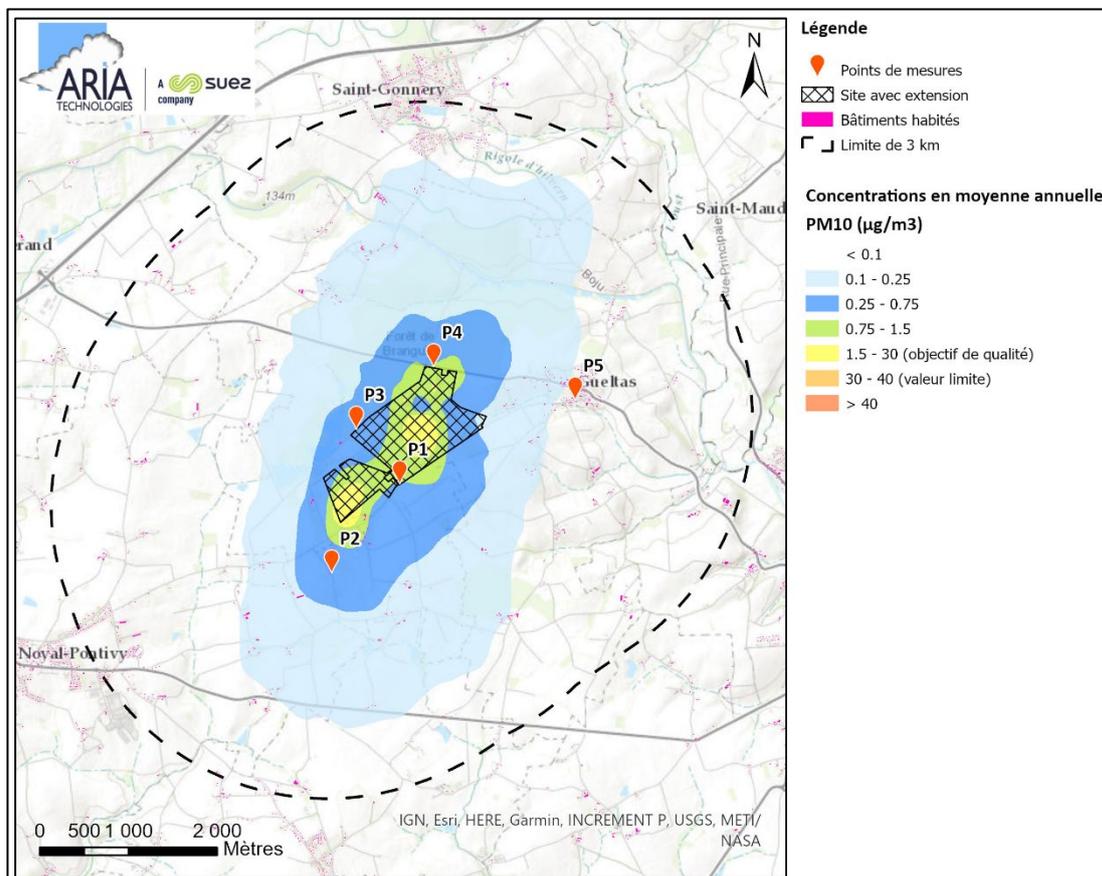
Interprétation de l'État des Milieux

Afin de caractériser les milieux d'exposition, deux campagnes de mesure autour du projet ont été réalisées par la société RINCENT Air entre le 26 avril et le 10 mai 2023 permettant de mesurer les concentrations en traceurs de risque dans l'air ambiant et dans les sols. Les points de mesure ont été choisis à partir des résultats de la modélisation et de la localisation des zones habitées.

Le tableau suivant présente les substances qui ont été mesurées lors de la campagne de mesures autour du site.

Milieu d'exposition	Point	Substances mesurées
Air ambiant	P1 : Route Kerlaizan / Guernogas	NO ₂ , benzène, NH ₃ , SO ₂ , H ₂ S, 1,2-dichloroéthane, acétaldéhyde, PM10 (passif)
	P2 : Route Keru	
	P3 : Chemin des étangs	
	P4 : RD125	
	P5 : Rue du Pont Creux - Gueltas	
Sols	P1 : Route Kerlaizan / Guernogas	16 HAP, 16 ETM*, PCDD/F
	P2 : Route Keru	
	P3 : Chemin des étangs	
	P4 : RD125	
	P5 : Rue du Pont Creux - Gueltas	

La figure suivante présente la localisation des points de mesure retenus pour la campagne de mesure, superposée à la carte de concentrations en PM10 obtenue par modélisation et localise les zones habitées.



Milieu Air

L'analyse des concentrations mesurées dans l'air ambiant lors de la campagne de mesures autour du site permet de conclure que le milieu Air est compatible avec les usages pour l'ensemble des substances d'intérêt, excepté pour le l'acétaldéhyde et le sulfure d'hydrogène pour lesquels les concentrations mesurées entraînent un risque classifiant le milieu comme vulnérable. Concernant le sulfure d'hydrogène, le milieu est compatible avec les usages au niveau des zones habitées (point P5). Pour l'acétaldéhyde, ce classement de vulnérabilité est également valable en retenant la valeur mesurée au point local témoin (P5) représentatif du niveau de fond dans la zone d'étude. C'est pourquoi le milieu Air est jugé compatible pour l'acétaldéhyde et le sulfure d'hydrogène.

Milieu Sol

La comparaison des concentrations mesurées dans les sols avec les données de référence (concentrations au niveau du point local témoin, valeurs de référence dans les sols français, valeurs toxicologiques de référence) permet de conclure que le milieu Sol est compatible avec les usages.

L'Interprétation de l'État des Milieux est synthétisée dans le tableau ci-dessous :

Milieu d'exposition	Interprétation de l'État des Milieux		
	Milieu compatible	Milieu vulnérable	Milieu incompatible
Milieu Air	Compatible	-	-
Milieu Sols	Compatible	-	-

Rappelons que les mesures tiennent compte de toutes les sources présentes autour des points de mesure (autres installations industrielles, sources agricoles, trafic routier, chauffage urbain...).

Les émissions dans l'air du site vont évoluer du fait de la mise en place de nouvelles installations.

C'est pourquoi, conformément au guide méthodologique de l'INERIS, une évaluation prospective des risques sanitaires liés aux rejets atmosphériques du projet est nécessaire afin d'évaluer les risques pour les populations, notamment en intégrant l'exposition par ingestion du fait des retombées atmosphériques (transfert vers la chaîne alimentaire).

Évaluation des Risques Sanitaires

Un scénario d'exposition correspondant à un scénario Habitant Majorant est étudié :

SCENARIO	HABITANT « MAJORANT »
Individu	Adulte (plus de 18 ans) Enfant (6 classes d'âge)
Durée d'exposition	100 % du temps (7J/7, 365 jours/an) pendant 50 ans
Valeur retenue pour l'exposition par inhalation	Concentration au niveau de la zone habitée la plus exposée (point n°1 « Première habitation à l'ouest », point n°6 « Première habitation au nord-est », point n°7 « Première habitation à l'est » ou point n°10 « Première habitation au sud-ouest » selon les substances)
Valeur retenue pour l'exposition par ingestion	Ingestion directe

SCENARIO	HABITANT « MAJORANT »
	<p>Dépôts au niveau de la zone habitée la plus exposée (point n°5 « Habitation au nord », point n°7 « Première habitation à l'est » ou point n°10 « Première habitation au sud-ouest » selon les substances)</p> <p style="text-align: center;">Ingestion indirecte</p> <p>Dépôts au niveau de la zone de culture la plus exposée en dehors des limites de site (zone plus exposée que la zone habitée la plus exposée : hypothèse majorante)</p>

Les risques sanitaires ont été estimés sur la base des résultats de l'étude de dispersion réalisée.

Le tableau suivant synthétise les risques sanitaires estimés pour les effets à seuil (évalués à partir des Quotients de Danger) et pour les effets sans seuil (évalués à partir des Excès de Risque Individuel).

	Scénario Habitant « Majorant »
Risques à seuil (Quotient de Danger)	QDmax = 0,038 << valeur repère = 1 Pour le sulfure d'hydrogène
Risques sans seuil (Excès de Risque Individuel)	ERImax = $3,3 \cdot 10^{-7}$ << valeur repère = $1 \cdot 10^{-5}$ Pour les dioxines/furanes

Les risques sanitaires calculés pour les substances à seuil d'effet et pour les substances sans seuil d'effet (effets cancérogènes généralement) restent inférieurs aux valeurs repères pour le scénario d'exposition étudié.

Les risques liés aux toxiques à seuil et sans seuil induits par les rejets atmosphériques du projet peuvent être jugés « non préoccupants » selon les critères d'acceptabilité.

Conclusion

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats de l'étude :

Résultats IEM (état des milieux // usages)	Résultats ERS (risques, substance par substance)
Milieu Sol : compatible pour toutes les substances.	QD et ERI inférieurs aux valeurs repères pour tous les traceurs de risque.
Milieu Air : compatible pour toutes les substances.	

Compte-tenu des hypothèses majorantes retenues, les risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques gazeuses et particulaires du projet industriel de recyclage et valorisation énergétique sont jugés non préoccupants en l'état actuel des connaissances, selon les critères d'acceptabilité.

ANNEXES

Annexe 1 : Description du modèle numérique ARIA Impact

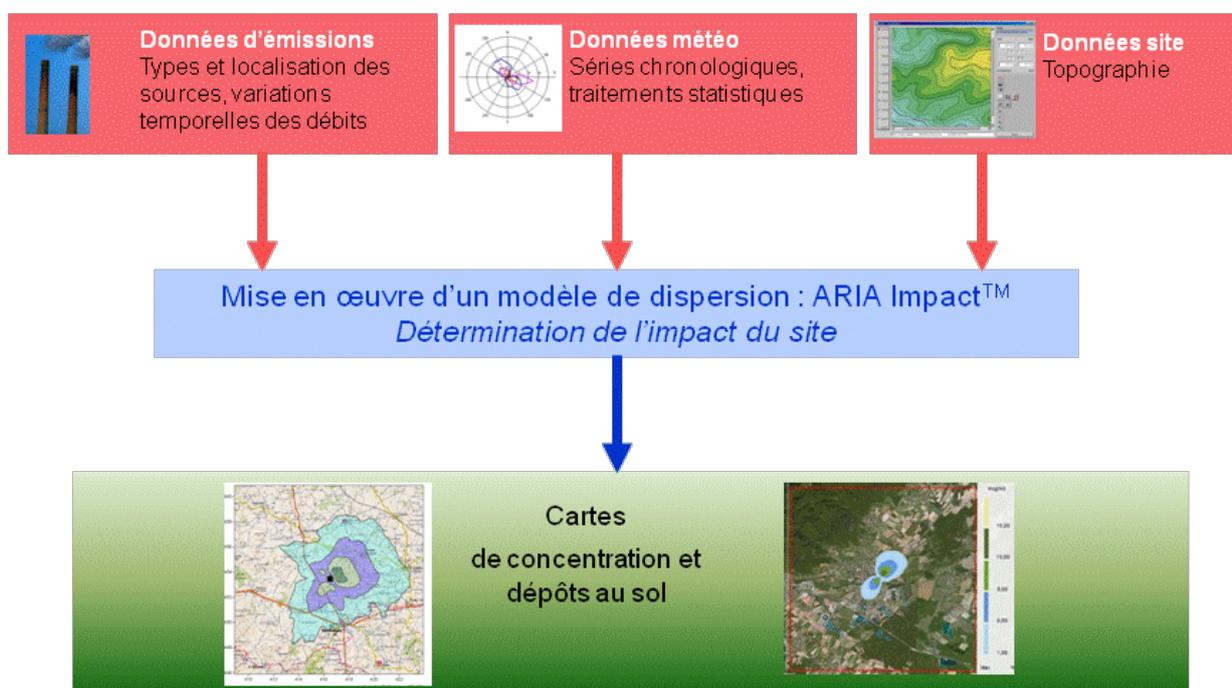
Présentation générale

ARIA Impact™ est un modèle de type "gaussien", conforme aux recommandations de l'E.P.A.³². ARIA Impact **répond également aux prescriptions de l'INERIS** pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : Évaluation des Risques Sanitaires liés aux substances chimiques dans l'Étude d'Impact des ICPE). C'est un logiciel de modélisation de la pollution atmosphérique qui permet de répondre à l'ensemble des éléments demandés par la législation française sur la qualité de l'air et européenne, et de fournir les éléments indispensables à :

- L'évaluation des risques sanitaires d'une installation industrielle (moyenne annuelle, centiles, dépôts),
- L'évaluation de l'impact olfactif (concentration d'odeurs, fréquences de dépassement de seuil),
- L'évaluation de l'impact sur la qualité de l'air d'un aménagement routier (moyenne annuelle, centiles).

ARIA Impact™ permet d'étudier **l'impact à long terme** d'une installation en reconstruisant l'impact statistique des émissions à partir d'une chronique météorologique réelle de plusieurs années. Cette approche donne, sur de longues périodes, des résultats cohérents avec les observations des réseaux de la surveillance de la qualité de l'air pour des distances supérieures à 100 mètres.

Le schéma ci-dessous présente la démarche qui est mise en œuvre dans les études d'impact :



³² Agence de l'environnement américain (Environment Protection Agency).

Fonctionnalités techniques

Logiciel multi-espèces et multi-sources

ARIA Impact™ permet de modéliser la dispersion de :

- De **polluants gazeux** (NO_x, SO₂...) : dispersion passive pure sans vitesse de chute ;
- De **polluants particulaires** (PM₁₀, métaux lourds, dioxines/furanes...) : dispersion passive et prise en compte des effets gravitaires en fonction de la granulométrie. Les poussières sont représentées sur un nombre arbitraire de classes de taille : si la granulométrie des émissions est connue, des calculs détaillés peuvent être effectués.
- Des **odeurs** : mélange de molécules odorantes dont la composition est inconnue, exprimée en unité d'odeur ;
- De polluants radioactifs.

Plusieurs types de sources et de polluants peuvent être pris en compte en même temps dans une même modélisation :

- Des **sources ponctuelles** industrielles (incinérateur, centrale thermique...),
- Des **sources diffuses** ou volumiques (atelier de peinture, carrières...),
- Des **sources linéiques** (trafic automobile).

Choix de la météorologie adaptée à la complexité de l'étude

Plusieurs types de modélisation sont possibles avec le logiciel ARIA Impact™ :

- **Modélisation pour une situation particulière** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques pour une situation météorologique fixée par l'utilisateur (modélisation pour une vitesse de vent et une direction de vent données). Ce mode de calcul peut être utilisé par exemple pour étudier un cas de dysfonctionnement associé à une situation météorologique défavorable, une phase de démarrage, ou encore pour comparer des scénarios d'émissions entre eux.
- **Modélisation statistique depuis une rose des vents** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte les fréquences d'occurrence d'une rose des vents général. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, le centile 100 ou des fréquences de dépassement de seuil. Ce mode de calcul est bien adapté pour les polluants gazeux et si la marche de production et d'émissions est constante sur l'année.
- **Modélisation statistique à partir d'une base météorologique complète** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte une base complète de données météorologiques. Dans ce cas, un calcul académique est réalisé pour chaque échéance météorologique de la base de données. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, des centiles (98, 99.5 etc...) ou des fréquences de dépassement de seuil. Les statistiques sont donc réalisées à partir de la modélisation de chaque séquence météorologique horaire sur plusieurs années (8760 situations météo sur une année) ce qui permet de bien tenir compte des variations diurnes et saisonnières des concentrations.

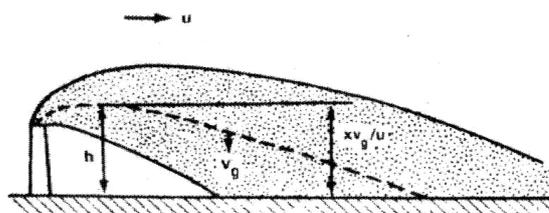
Variation temporelle des émissions

ARIA Impact™ permet de prendre en compte les variations temporelles des émissions. Les émissions peuvent varier en fonction de l'heure, du jour et du mois de l'année.

Il est également possible d'intégrer des périodes de fonctionnement particulières (arrêt technique, panne de fonctionnement du système de traitement des gaz...).

Dépôts au sol

ARIA Impact™ peut prendre en compte la chute de particules par effet gravitaire. Dans ce cas, la vitesse de chute est automatiquement calculée en fonction de la granulométrie et de la densité des particules, faisant varier l'axe d'inclinaison du panache. De plus, la vitesse de dépôt sec définie dans les caractéristiques des espèces permet de calculer les **dépôts secs**.



ARIA Impact™ permet également de prendre en compte le lessivage du panache par la pluie. Cette fonction permet de calculer les **dépôts humides** en plus des dépôts secs.

Dispersion par vents calmes

La prise en compte des vents calmes dans les calculs de dispersion implique l'utilisation d'un modèle plus performant (modèle 3D à bouffées gaussiennes). ARIA Impact™ intègre en standard un algorithme spécifique permettant de calculer l'impact des sources dans le cas de vents calmes, contrairement aux modèles gaussiens classiques.

Un vent est considéré calme lorsque la vitesse du vent est inférieure à 1 m/s.

Reconstitution de profils verticaux météorologiques

Dans le cas de cheminée, la surélévation du panache est calculée entre autres à partir de la vitesse du vent et de la température de l'air. Ces valeurs sont fournies dans la base de données météorologique. Cependant, ces données correspondent la plupart du temps à des mesures de station sol, c'est-à-dire qu'elles sont mesurées à environ 10 mètres du sol. Pourtant, les valeurs de vitesse de vent et de température observées au sommet de la cheminée peuvent varier de manière importante suivant la hauteur de celle-ci : par exemple, plus la cheminée est haute, plus la vitesse du vent est élevée au niveau du débouché.

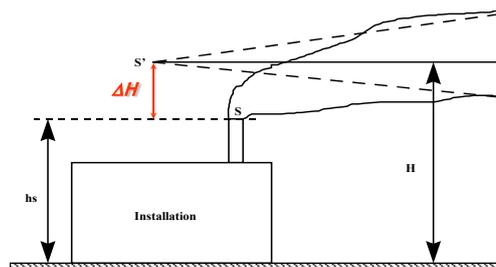
Afin de prendre en compte cette variation de vitesse de vent dans les calculs de la dispersion des polluants atmosphériques, le logiciel ARIA Impact™ peut calculer des profils verticaux de vent en fonction des mesures de vent au sol, de la turbulence atmosphérique et de l'occupation des sols, afin de connaître la vitesse du vent au niveau du débouché de la cheminée.

Prise en compte de la couche de mélange

ARIA Impact™ peut calculer la hauteur de couche de mélange à partir des données météorologiques horaires disponibles. Cette hauteur de mélange est alors prise en compte dans le calcul de dispersion par réflexion des panaches sur la couche de mélange.

Surélévation de panache issu de cheminée

Dans le cas de cheminée, lorsque les rejets sont chauds ou que la vitesse d'éjection des fumées est importante, on peut prendre en compte une surélévation du panache. En effet, les fumées de combustion vont s'élever au-dessus de la cheminée jusqu'à ce que leur vitesse ascensionnelle initiale et les effets de différence de densité (dus à la différence de température air/fumées) ne soient plus significatifs. Tout se passe comme si l'émission des rejets se faisait à une hauteur réelle d'émission (hauteur de la cheminée) augmentée de la surhauteur due aux conditions d'éjection. ARIA Impact™ prend en compte les effets de la surélévation des fumées de cheminée. Plusieurs formulations permettant de calculer la surélévation des fumées sont codées dans ARIA Impact afin d'adapter la formule la plus adéquate au cas d'étude (Formule de Holland, Formule de Briggs, Formule de Concawe...).



Conversion des NOx en NO et NO₂

Dans le cas de la modélisation des émissions liées au trafic automobile, ARIA Impact™ contient un algorithme simple permettant de calculer les concentrations en NO et NO₂ à partir des concentrations en NOx, à l'aide de la formule de conversion de Middleton.

Prise en compte simplifiée de la topographie

ARIA Impact™ permet de prendre en compte de manière simplifiée les topographies peu marquées. Un algorithme simple permettant de prendre en compte le relief, sans faire appel à des calculs de vents tridimensionnels, peut être activé dans le module de calcul. Cet algorithme permet de rapprocher du relief l'axe du panache pour des atmosphères stables.

Envois de poussières

ARIA Impact™ contient un module spécifique pour le calcul des envolées de poussières fines, dans le cas d'un **stockage de poussières exposé au vent**.

Cette option permet d'estimer la quantité de poussières émises par une source surfacique en fonction de la rafale de vent, puis de modéliser la dispersion de ces poussières. Il peut s'agir par exemple d'un tas de charbon dont, par vent fort, les poussières fines vont s'envoler. Le calcul de la quantité émise de poussières passe par l'estimation du potentiel d'érosion du stockage, puis des facteurs d'émission fonction de la rafale de vent.

Résultats

Grandeurs calculées

ARIA Impact™ permet de calculer les grandeurs suivantes :

- **Moyennes mensuelles et/ou annuelles** de polluant autour du site, en concentrations et dépôts au sol,
- **Fréquences de dépassement de seuils** en moyennes journalières ou horaires (normes françaises et européennes),
- **Centiles 98, 99.8, 100** ou autres valeurs de centiles sur une base de calcul prédéfinie (horaire, journalière, 8 heures...).

Les résultats de concentrations peuvent être exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ng/m^3 , pg/m^3 ou fg/m^3 pour les polluants classiques, en uo/m^3 pour les odeurs et en Bq/m^3 pour les polluants radioactifs.

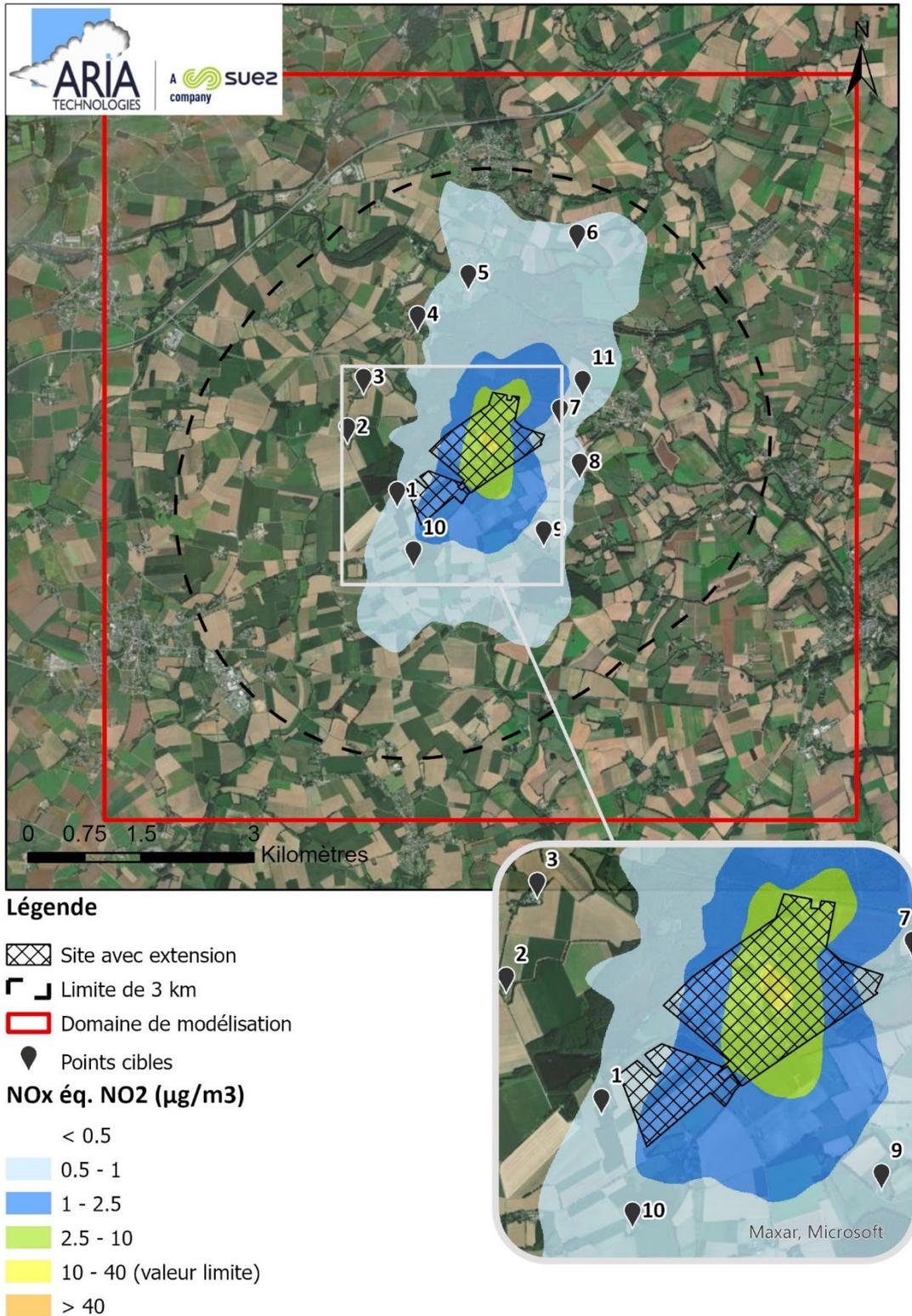
Cartographies

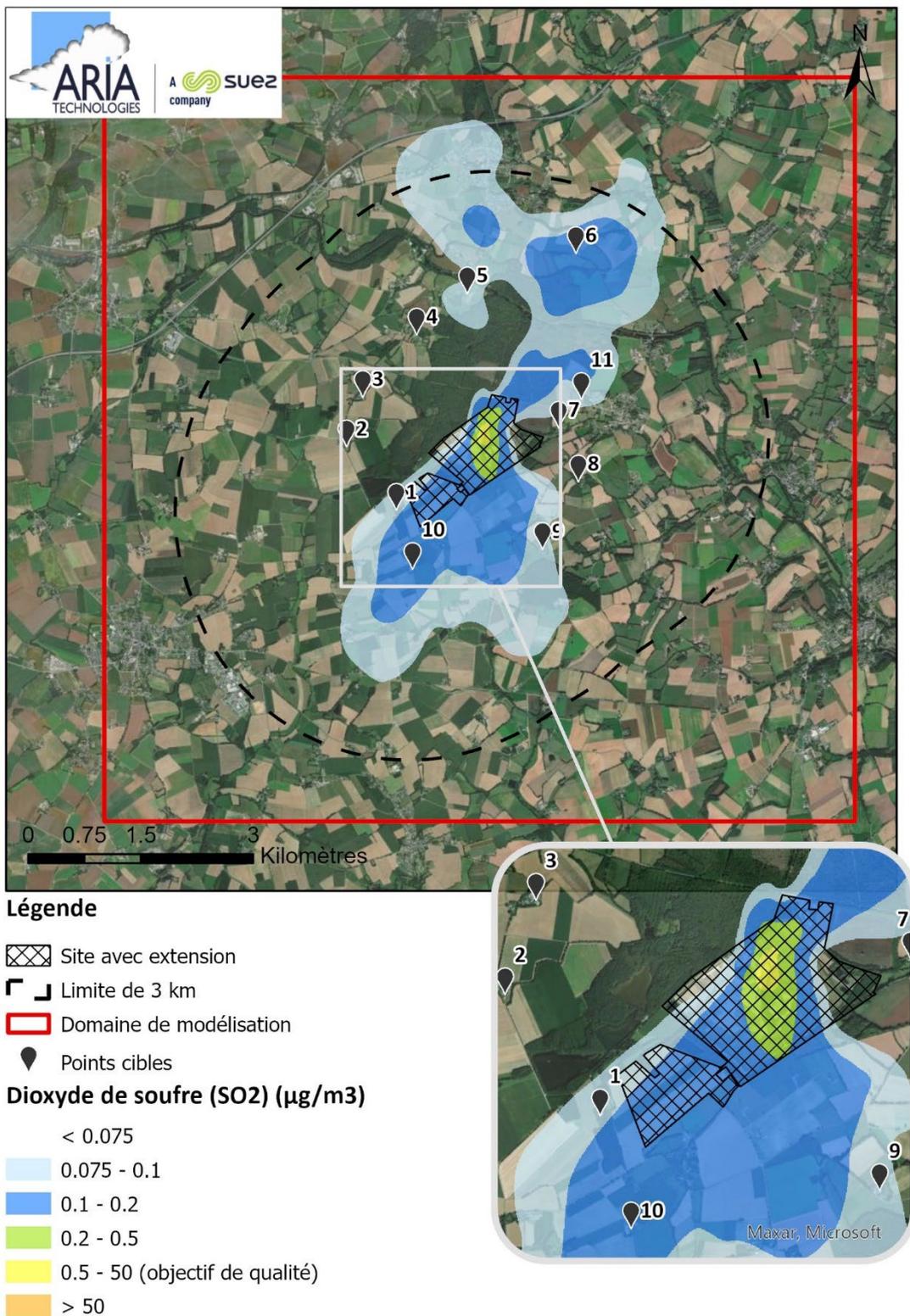
Les résultats obtenus avec ARIA Impact™ peuvent être présentés sous forme cartographique au format image, mais aussi en des formats numériques **compatibles** avec la plupart des **Systèmes d'Informations Géographiques** tels que Mapinfo, ArcView ou SURFER.

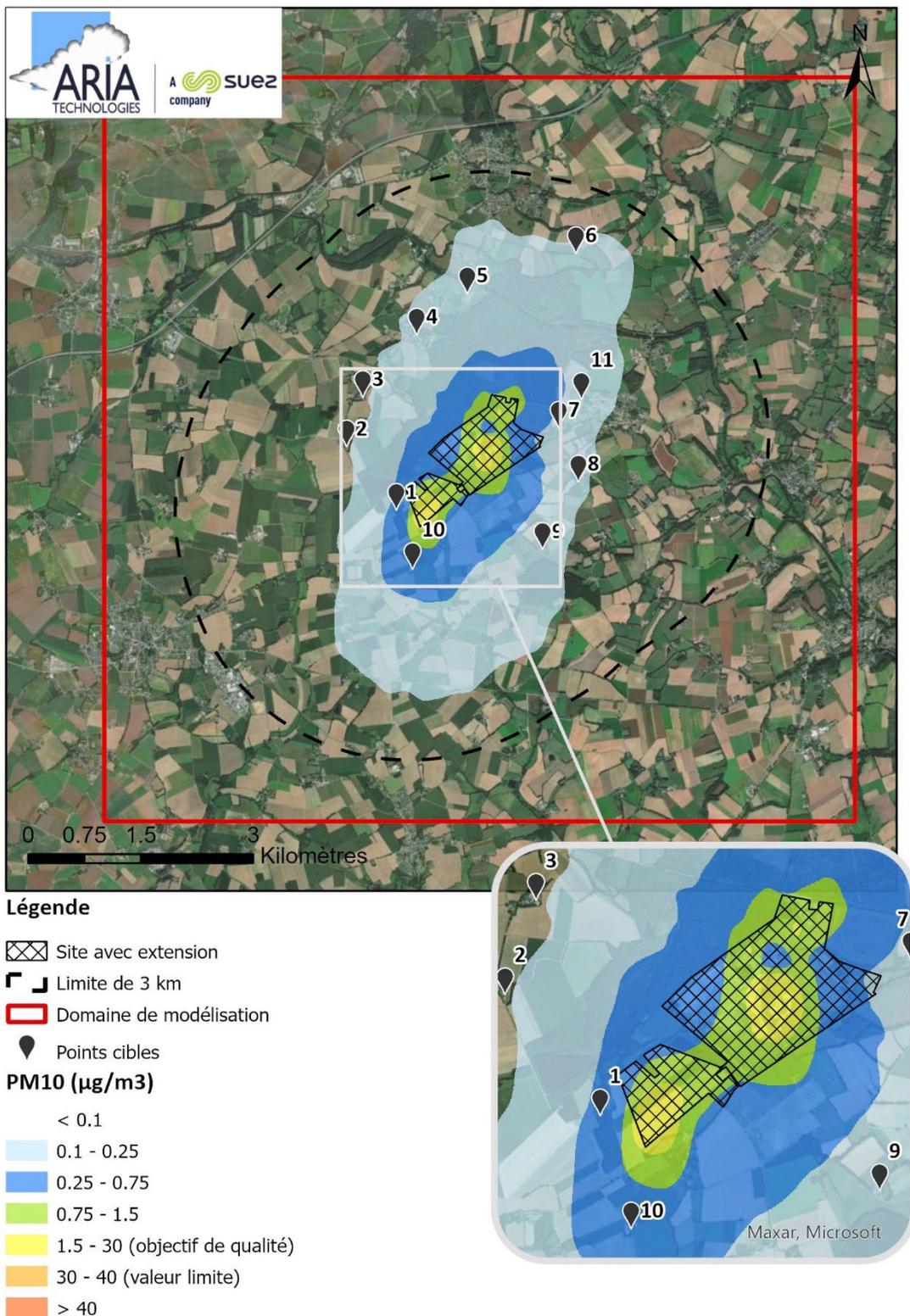
Un export des résultats vers **Google Earth** permet également de visualiser les résultats sur une photo aérienne directement avec le logiciel Google Earth.

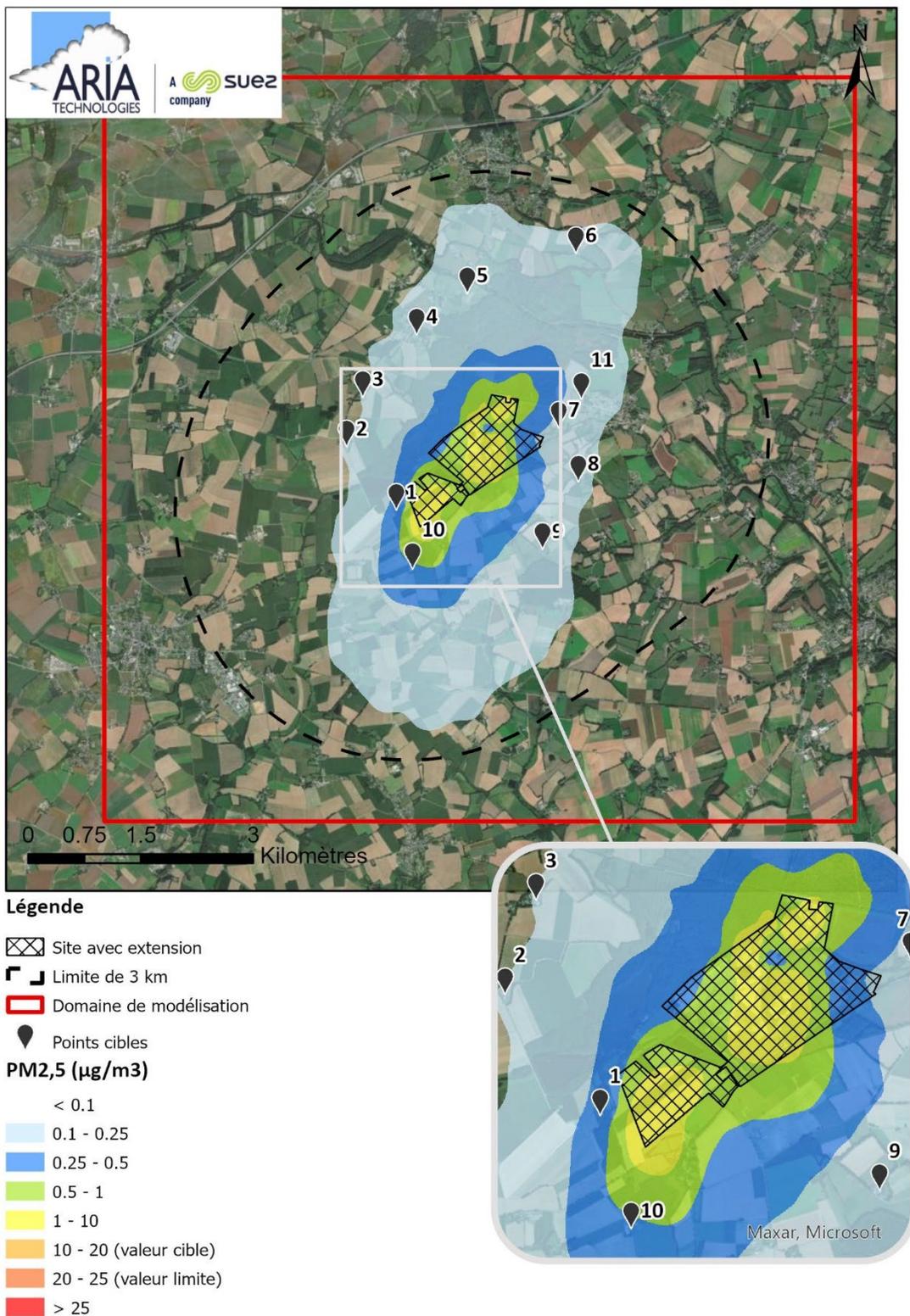


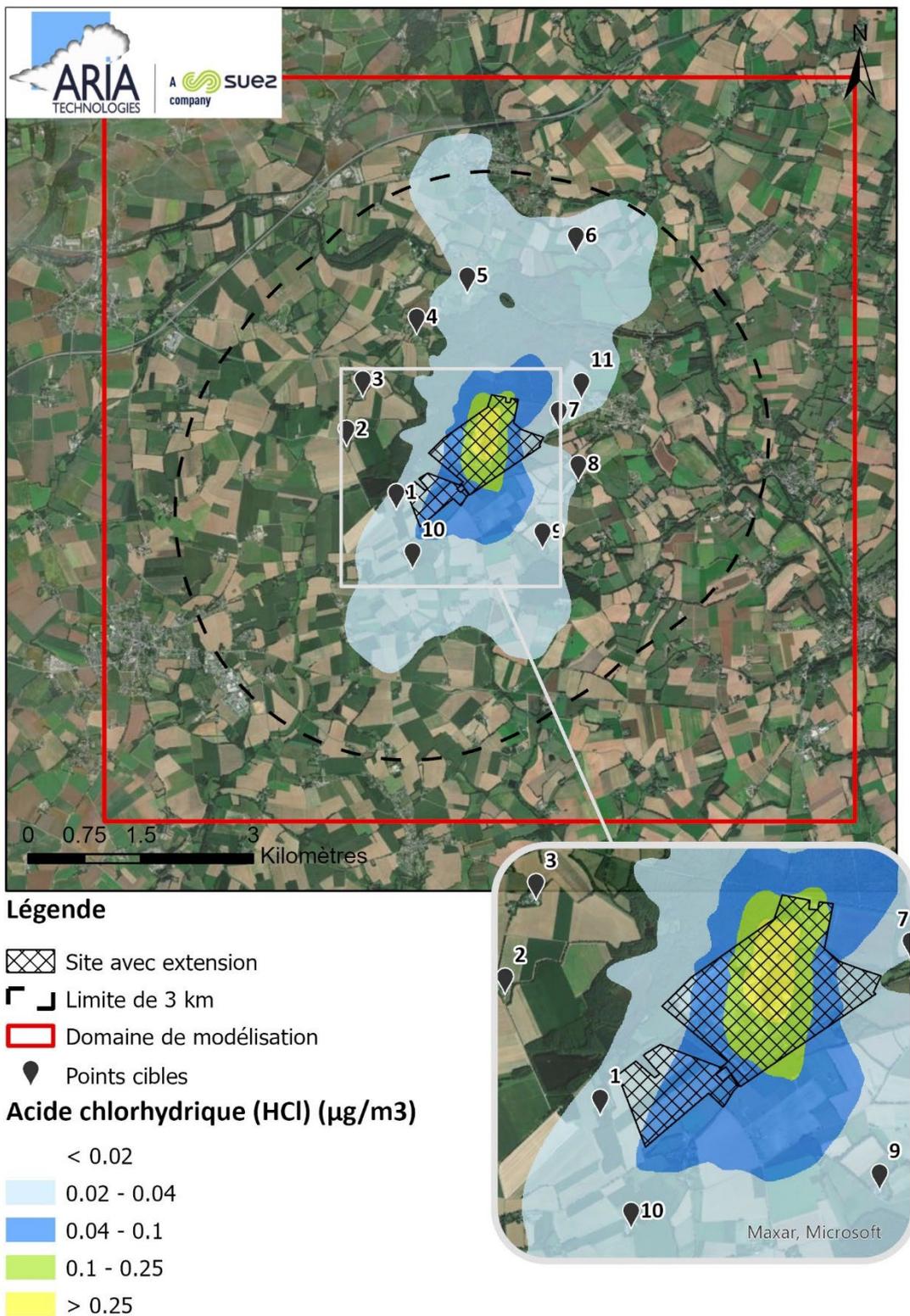
Annexe 2 : Cartes de concentration en moyenne annuelle

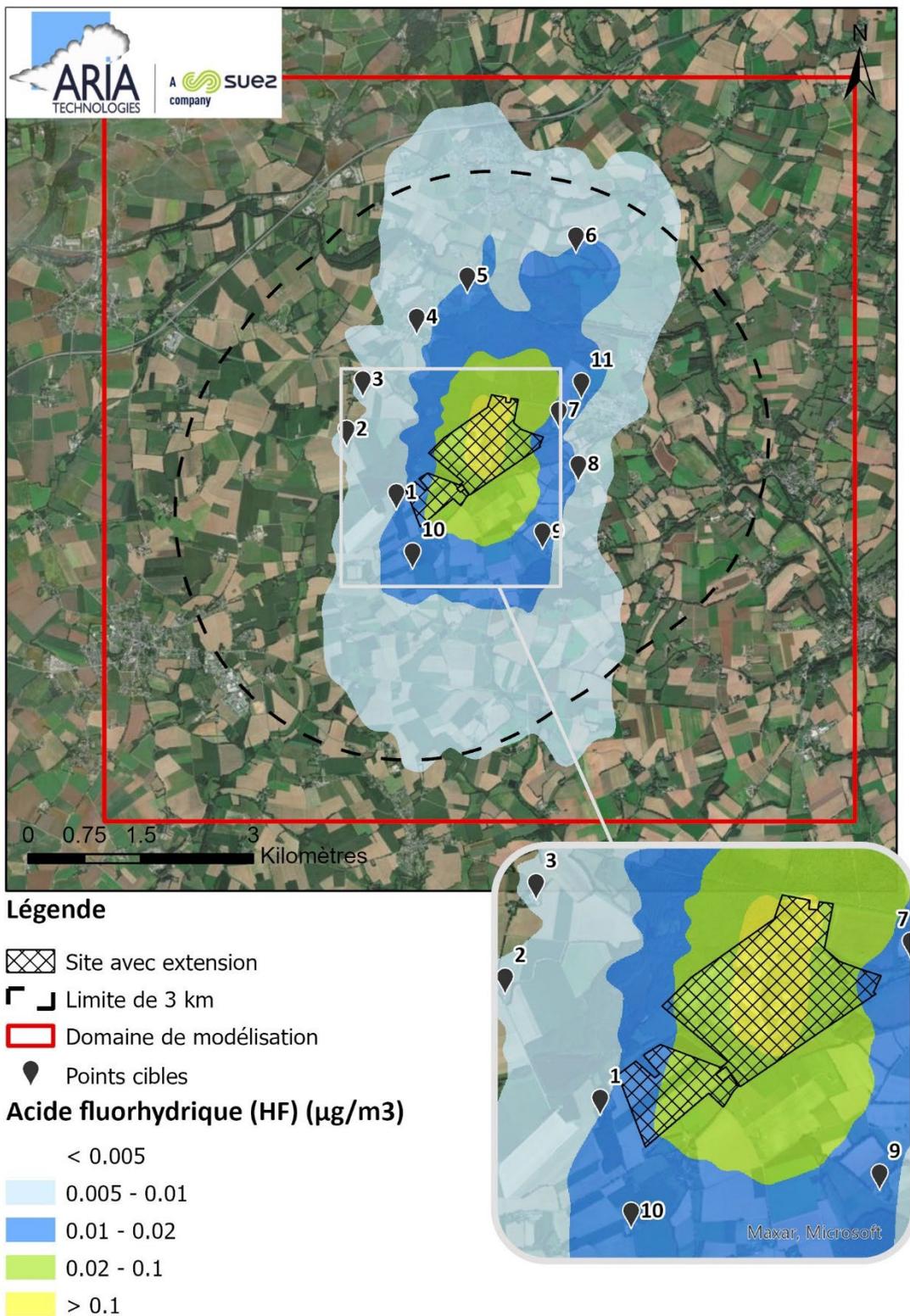


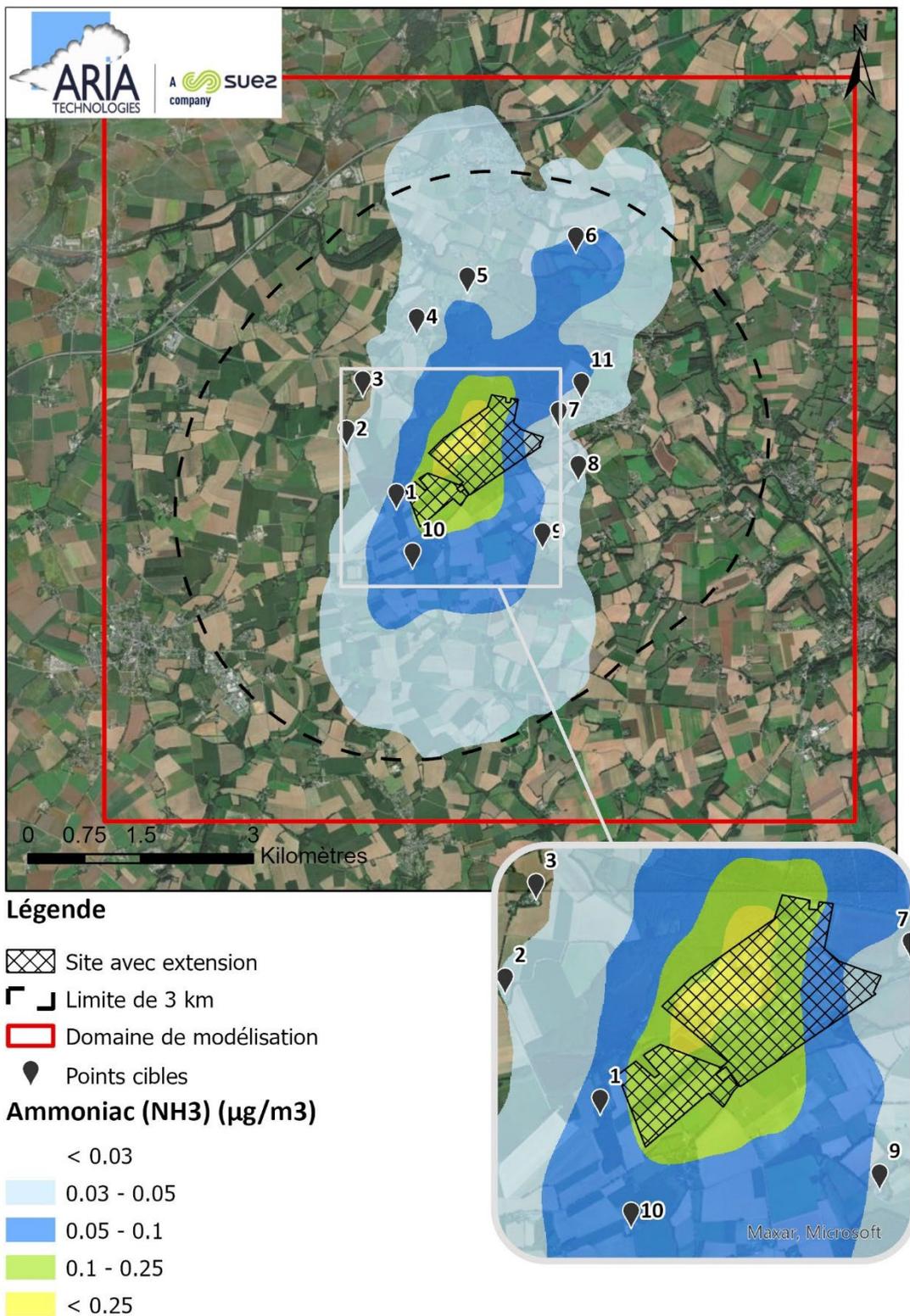


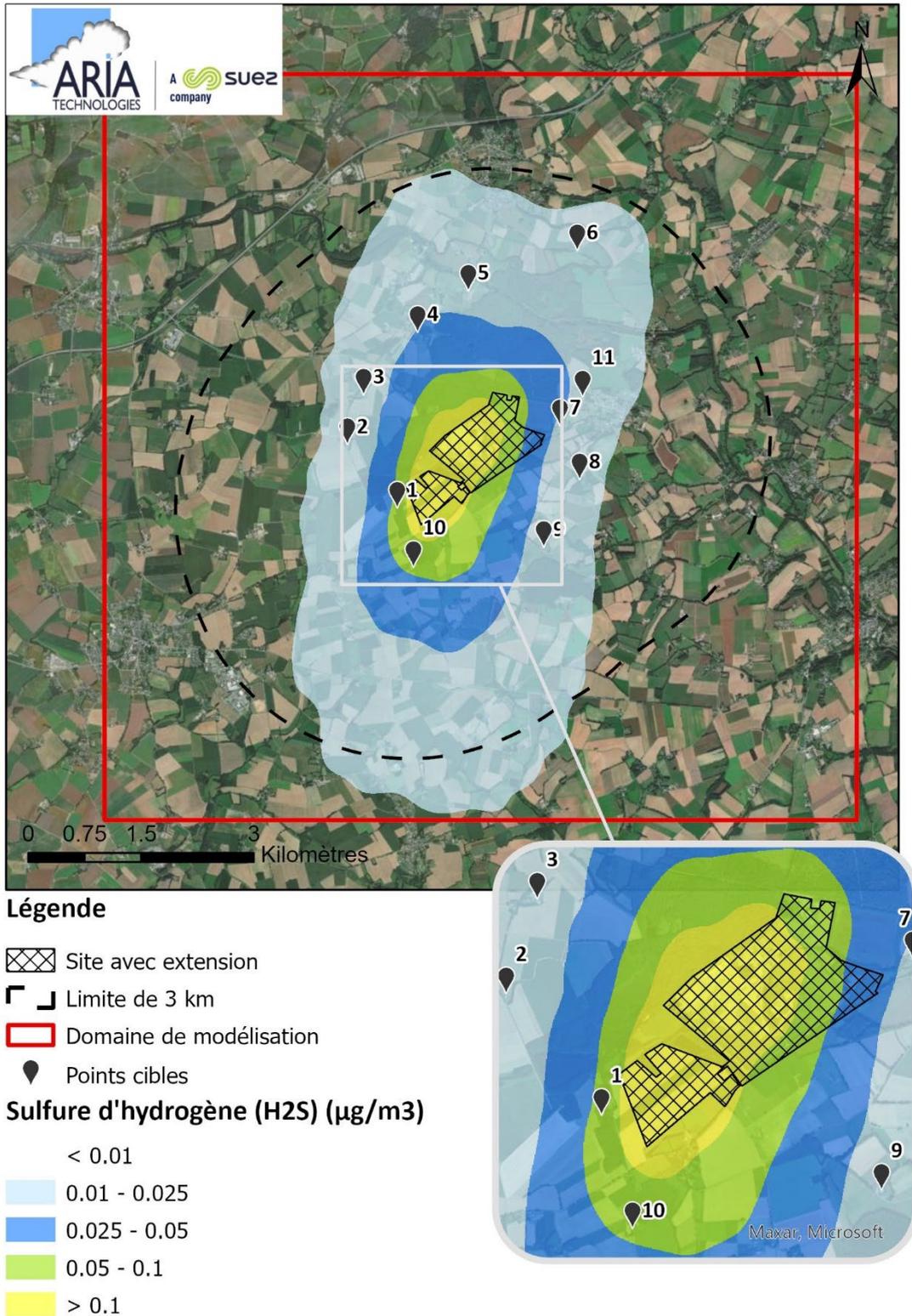


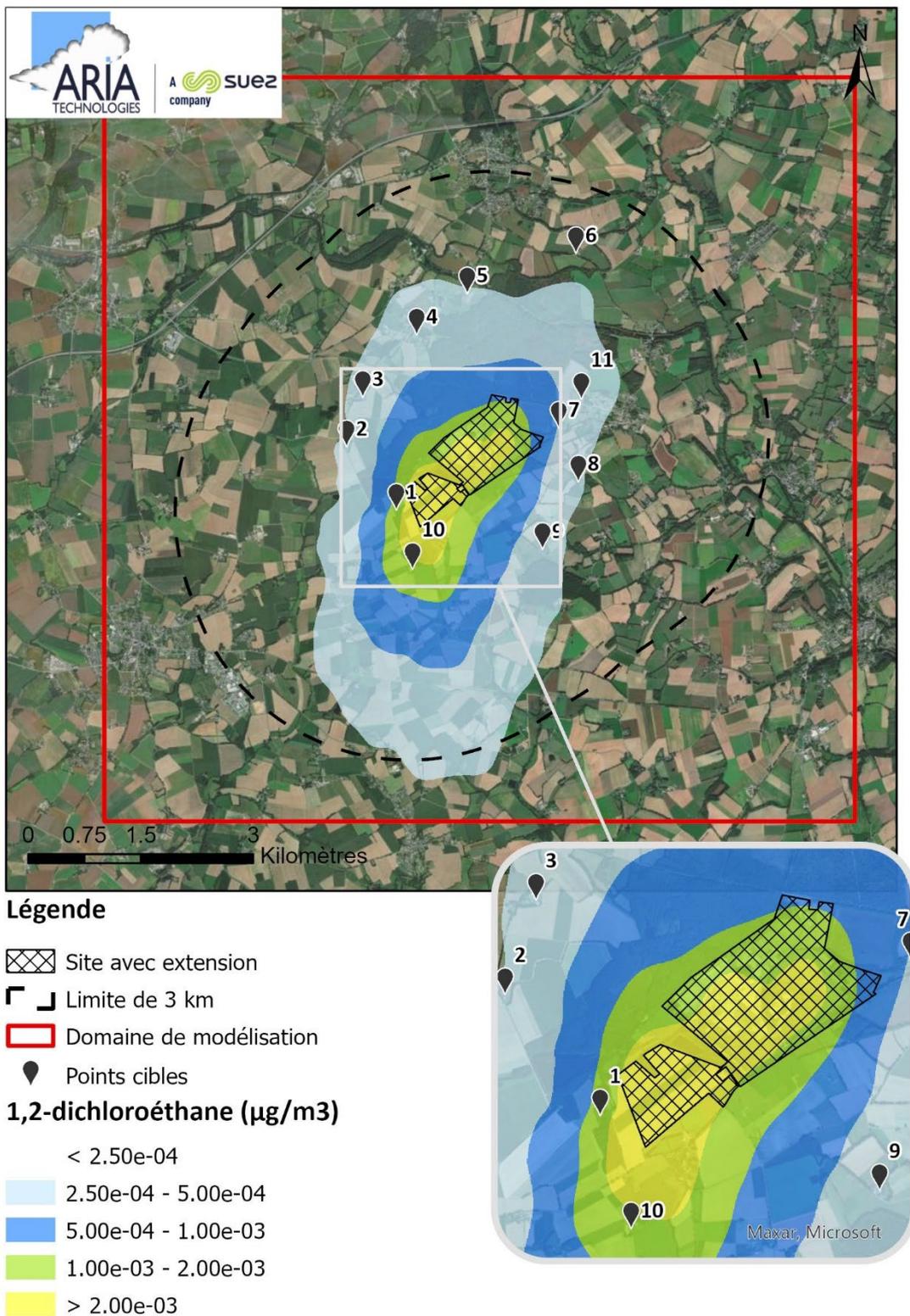


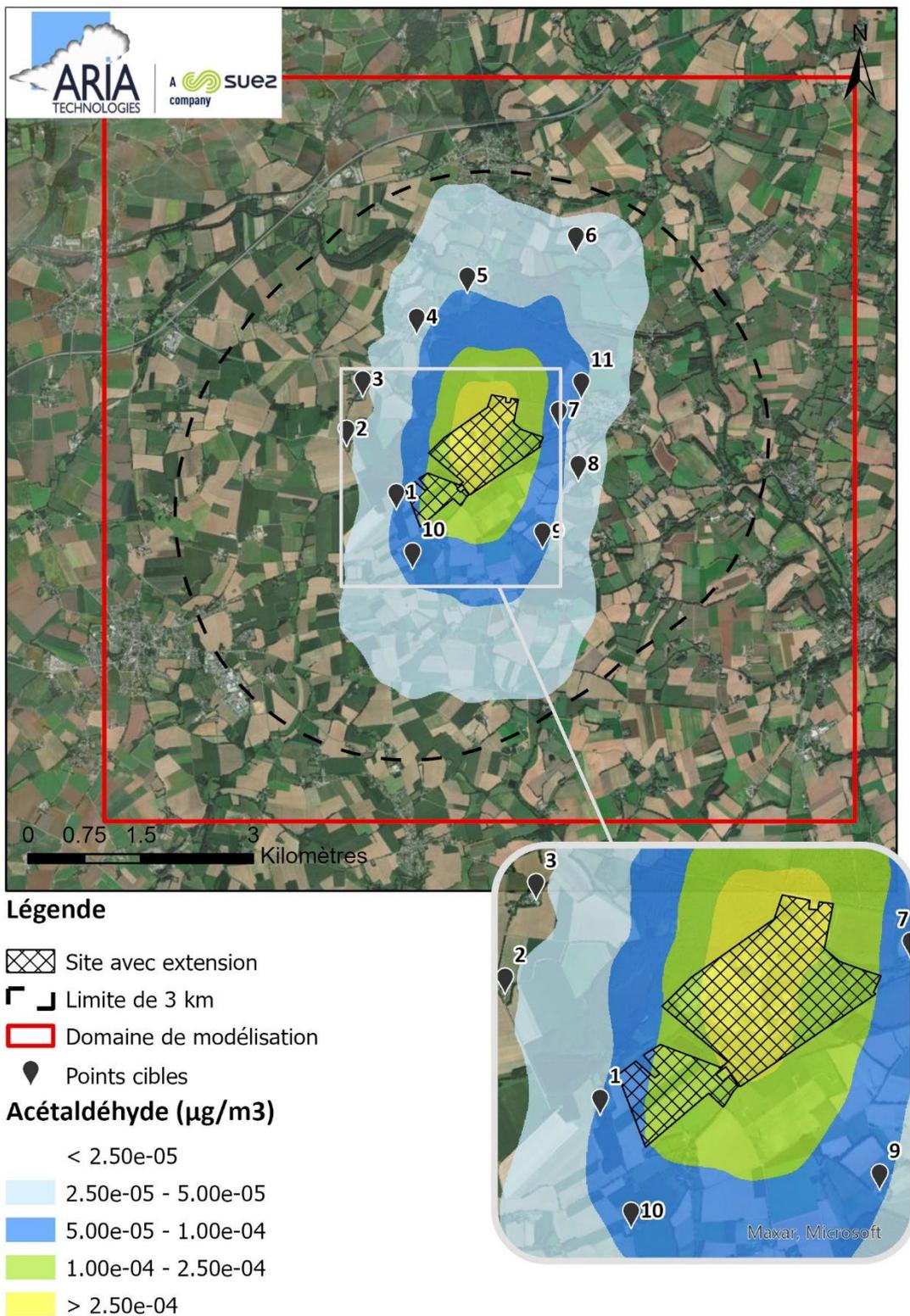


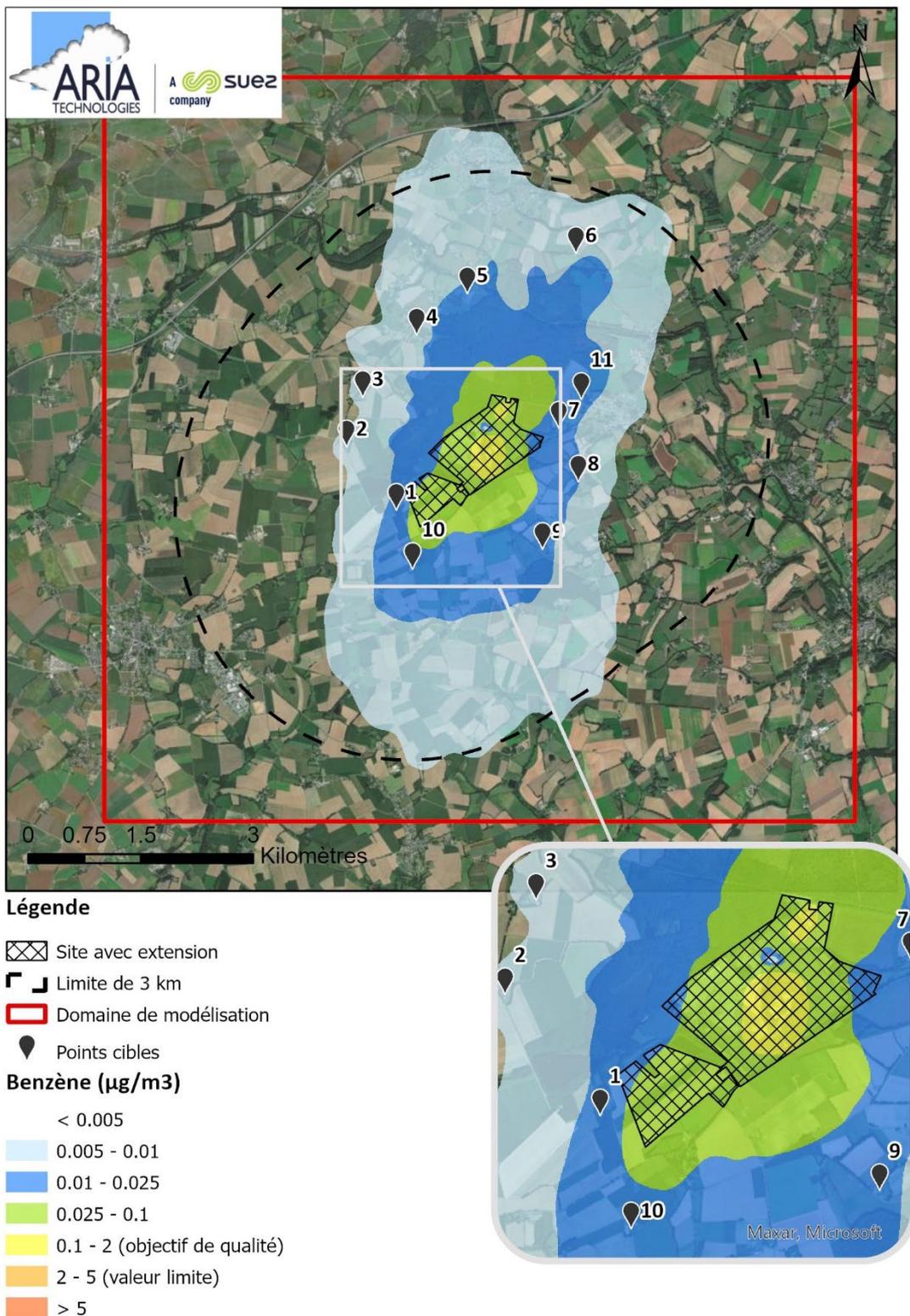


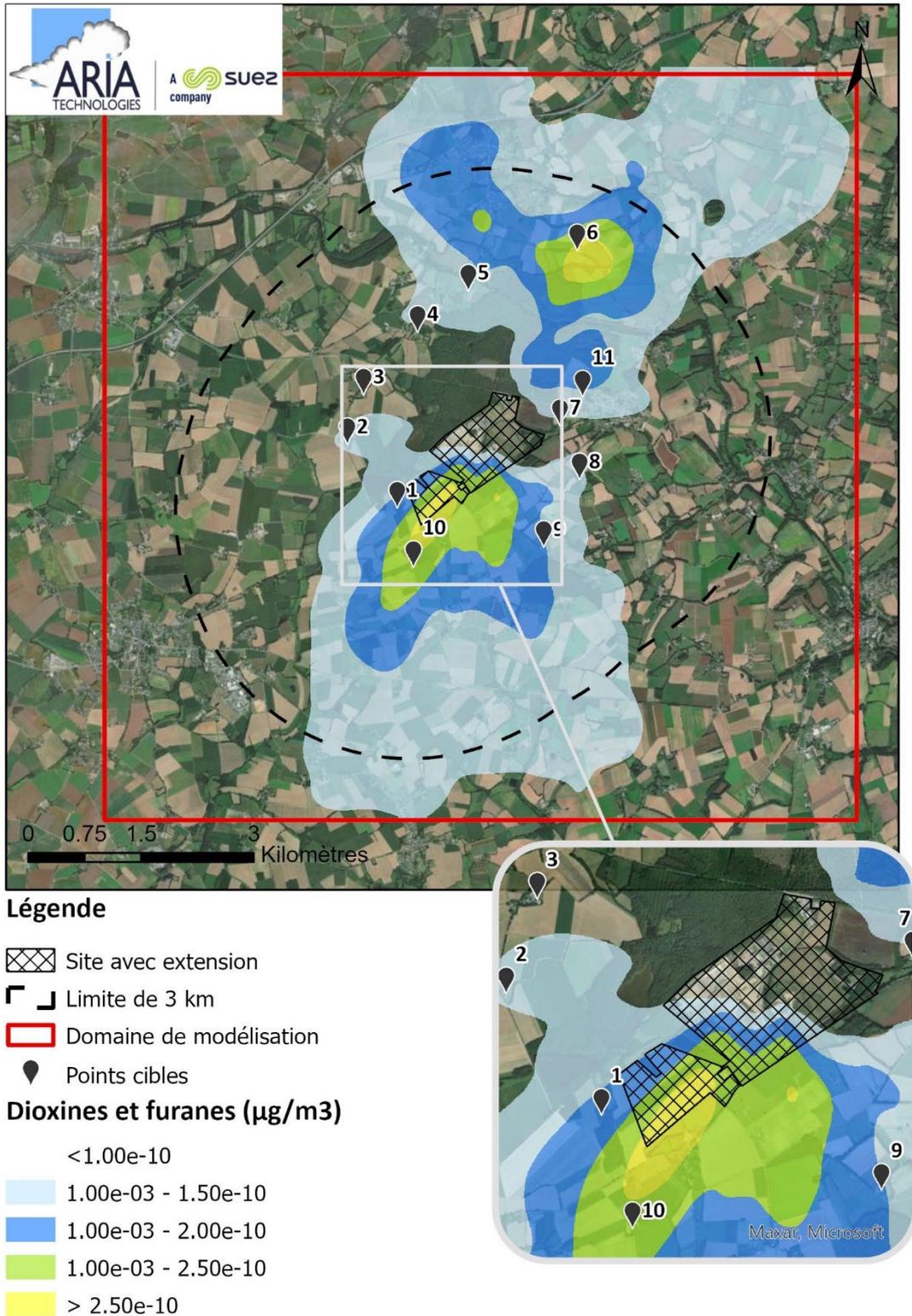


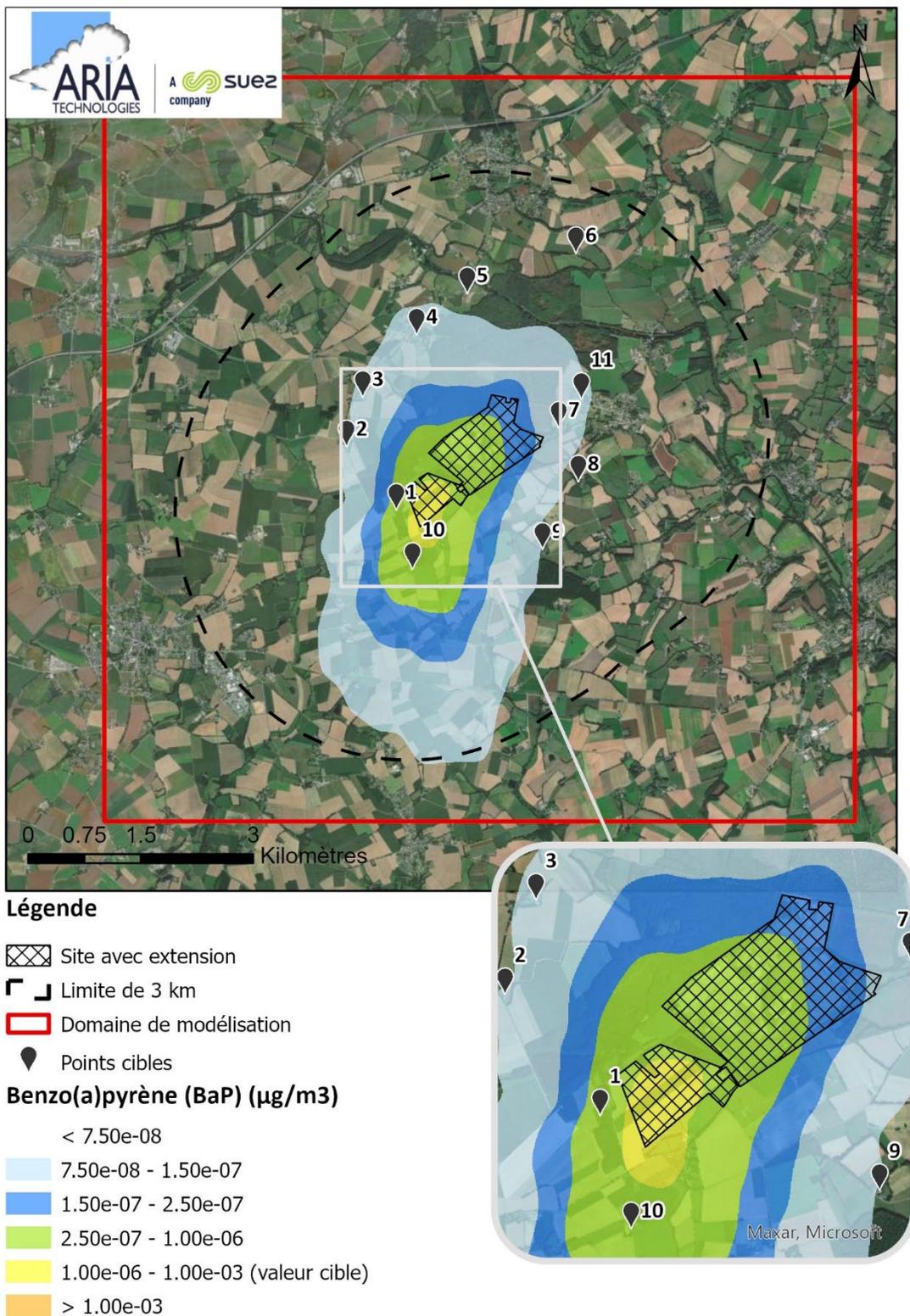


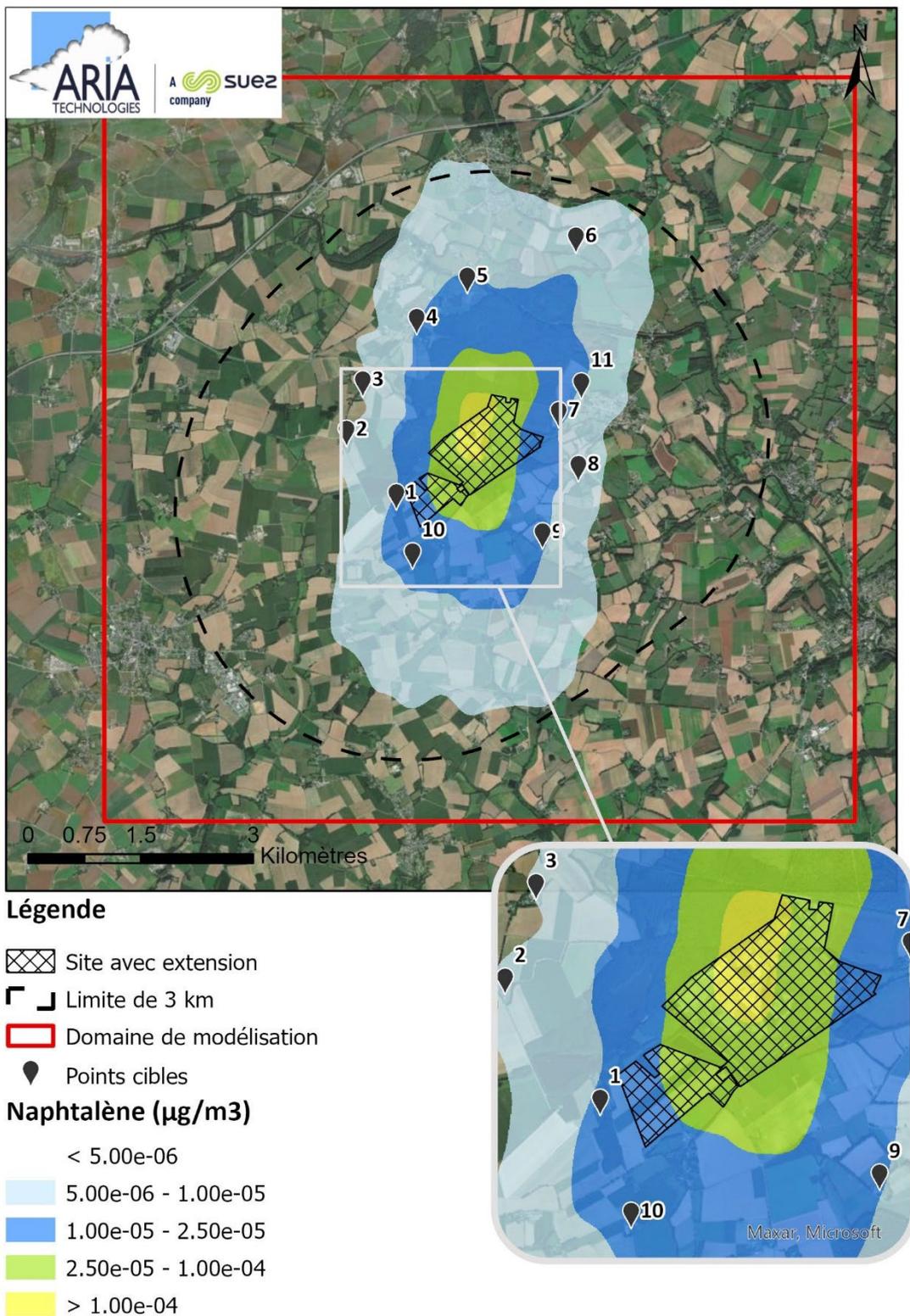


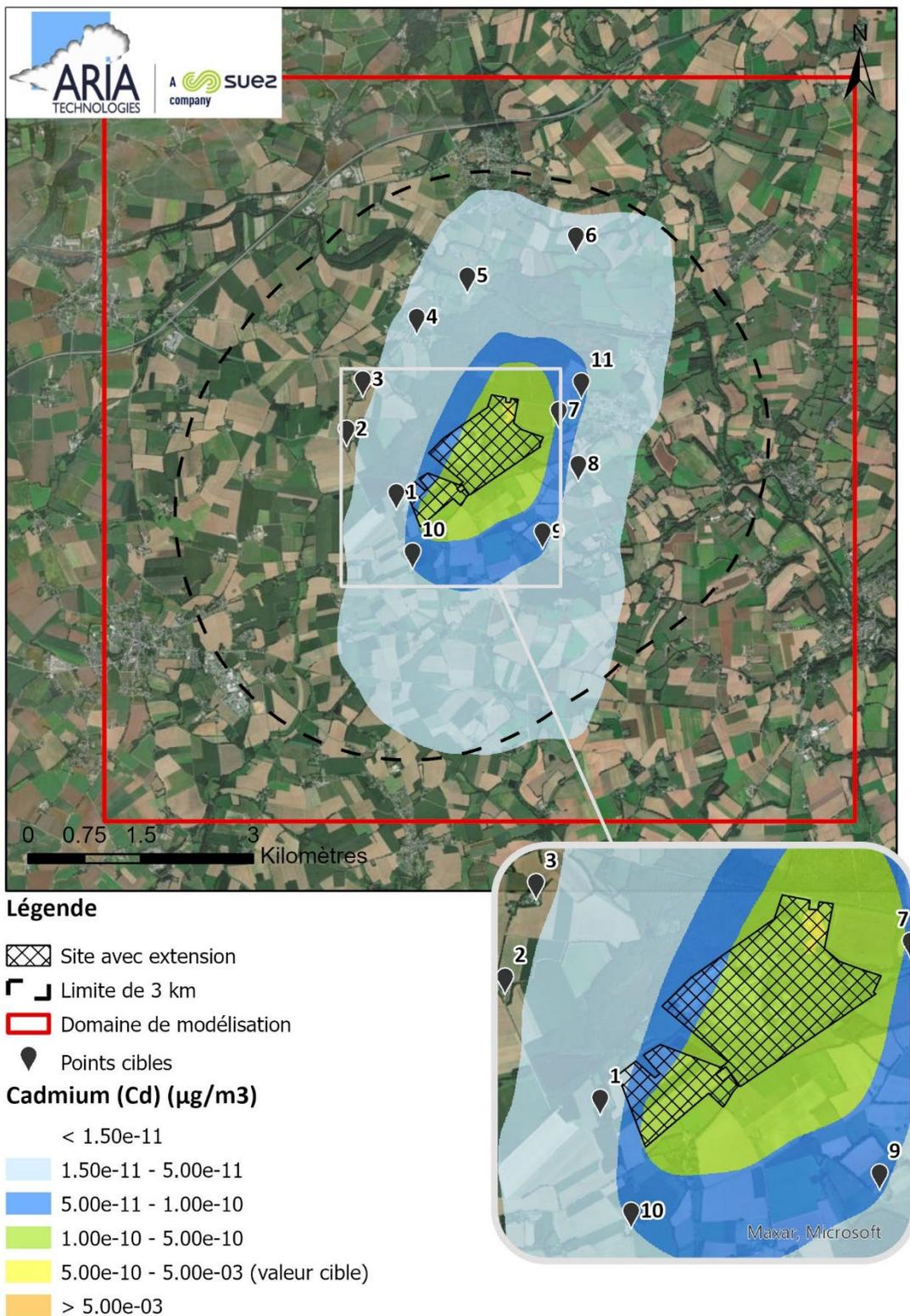


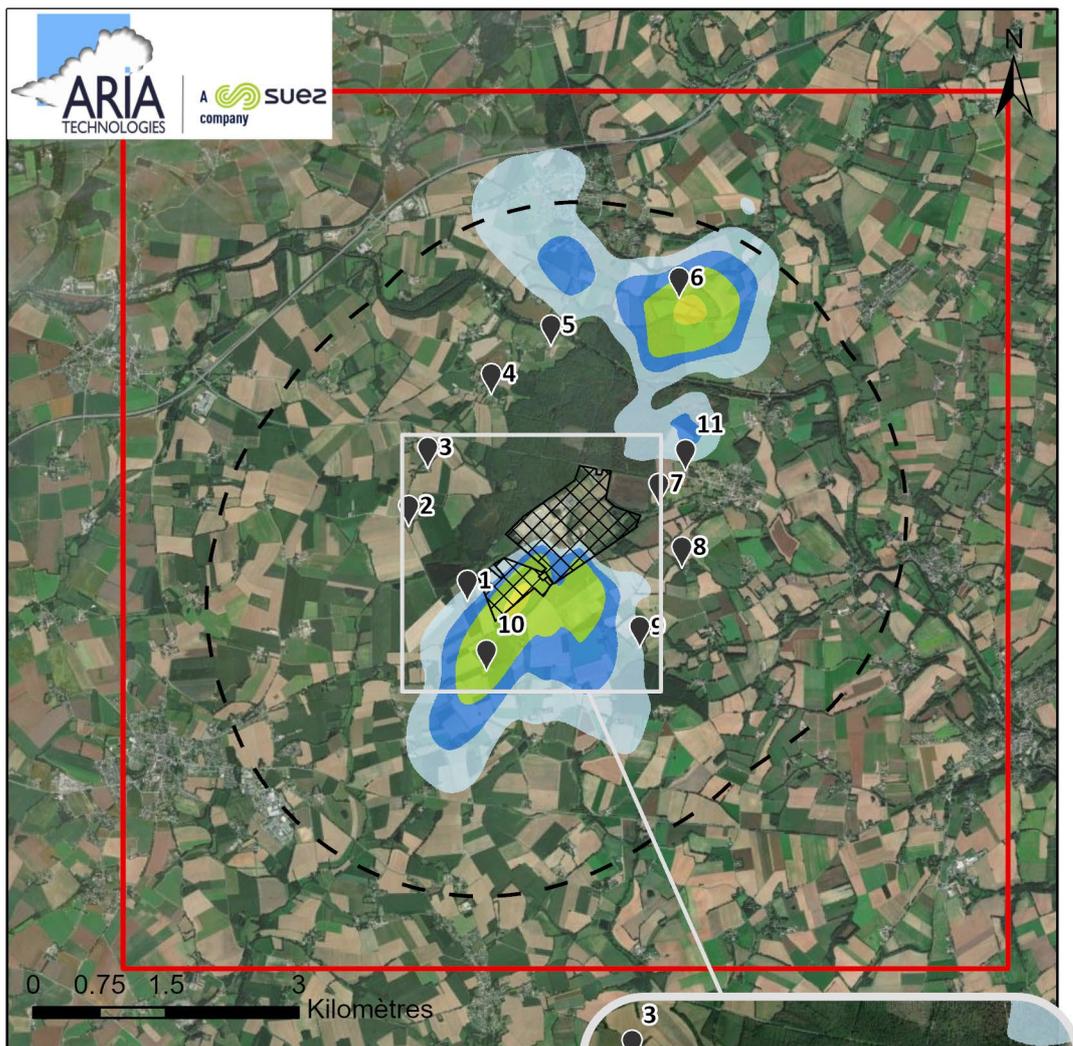










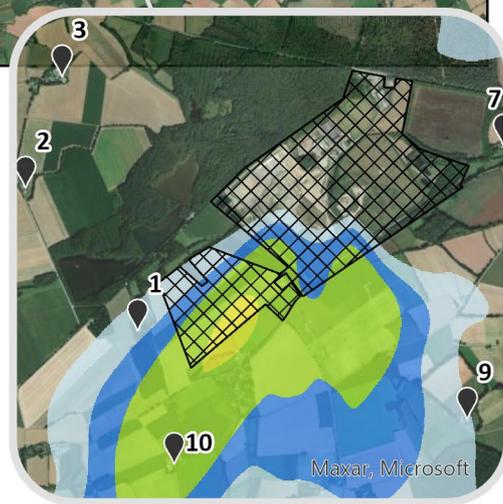


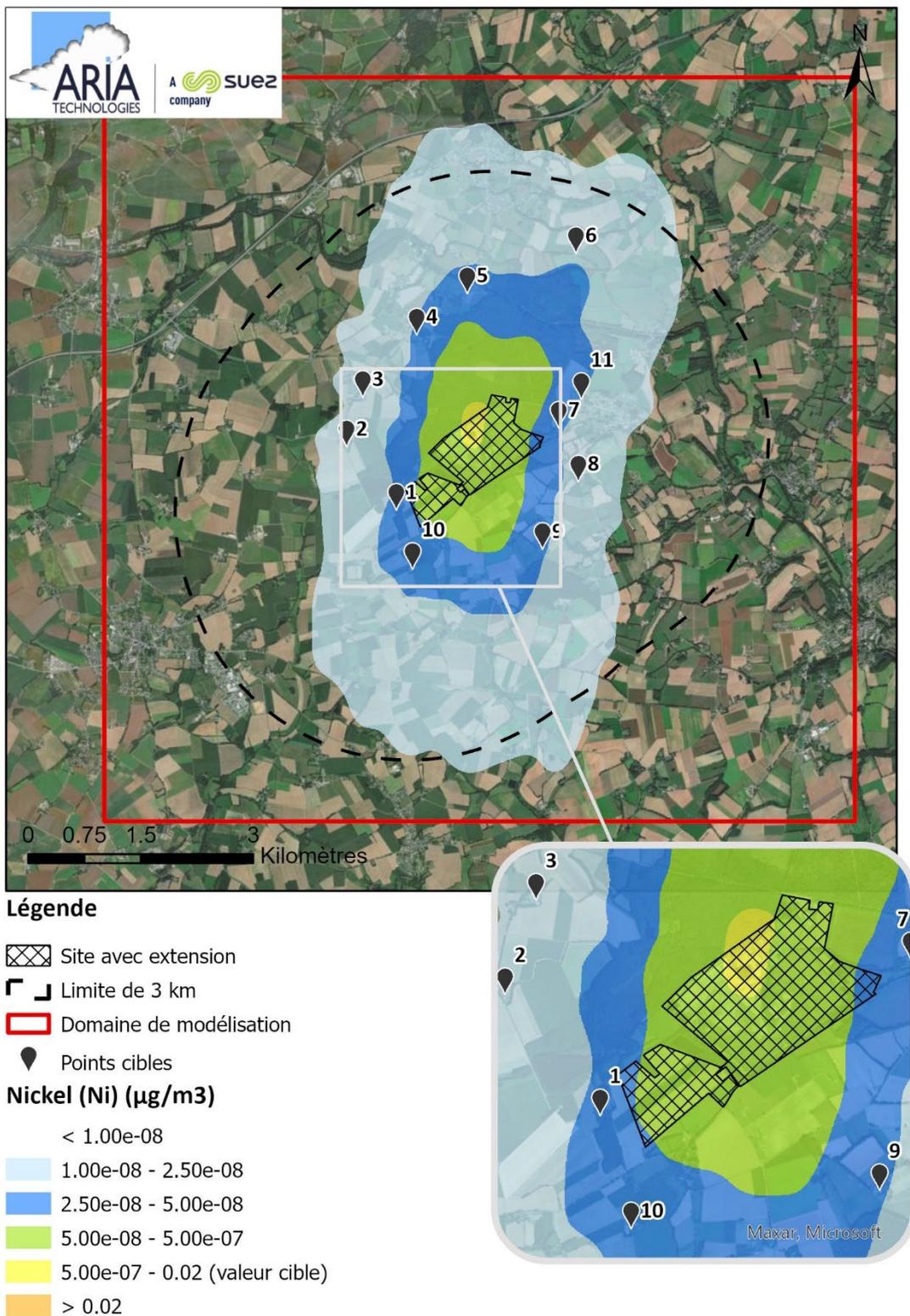
Légende

-  Site avec extension
-  Limite de 3 km
-  Domaine de modélisation
-  Points cibles

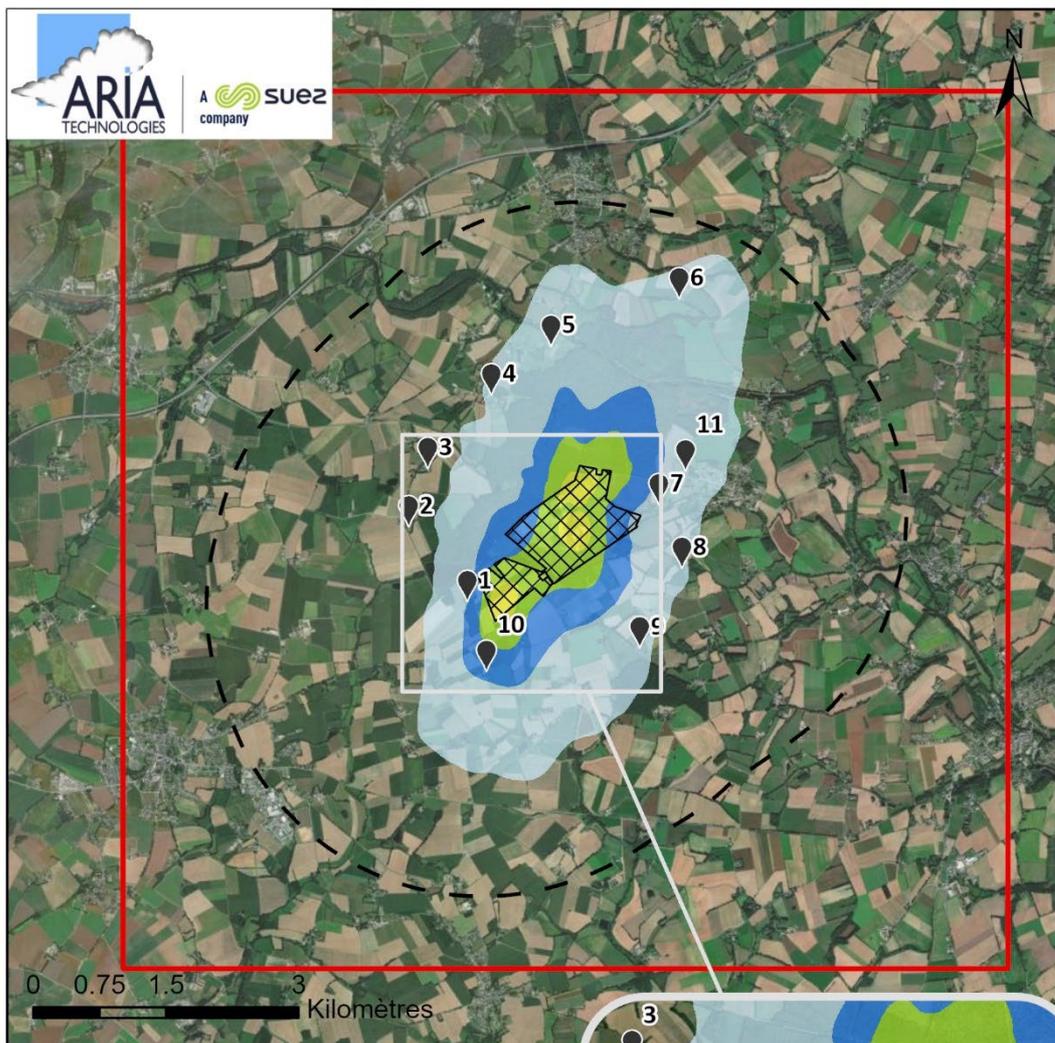
Mercure (Hg) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- < $5.00\text{e-}05$
-  $5.00\text{e-}05$ - $6.00\text{e-}05$
-  $6.00\text{e-}05$ - $7.00\text{e-}05$
-  $7.00\text{e-}05$ - $9.00\text{e-}05$
-  $> 9.00\text{e-}05$





Annexe 3 : Cartes de dépôts au sol

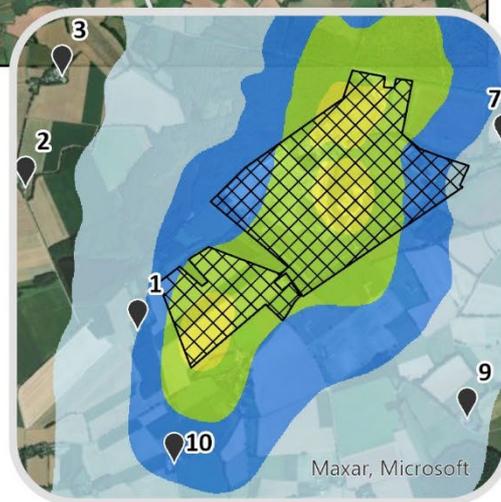


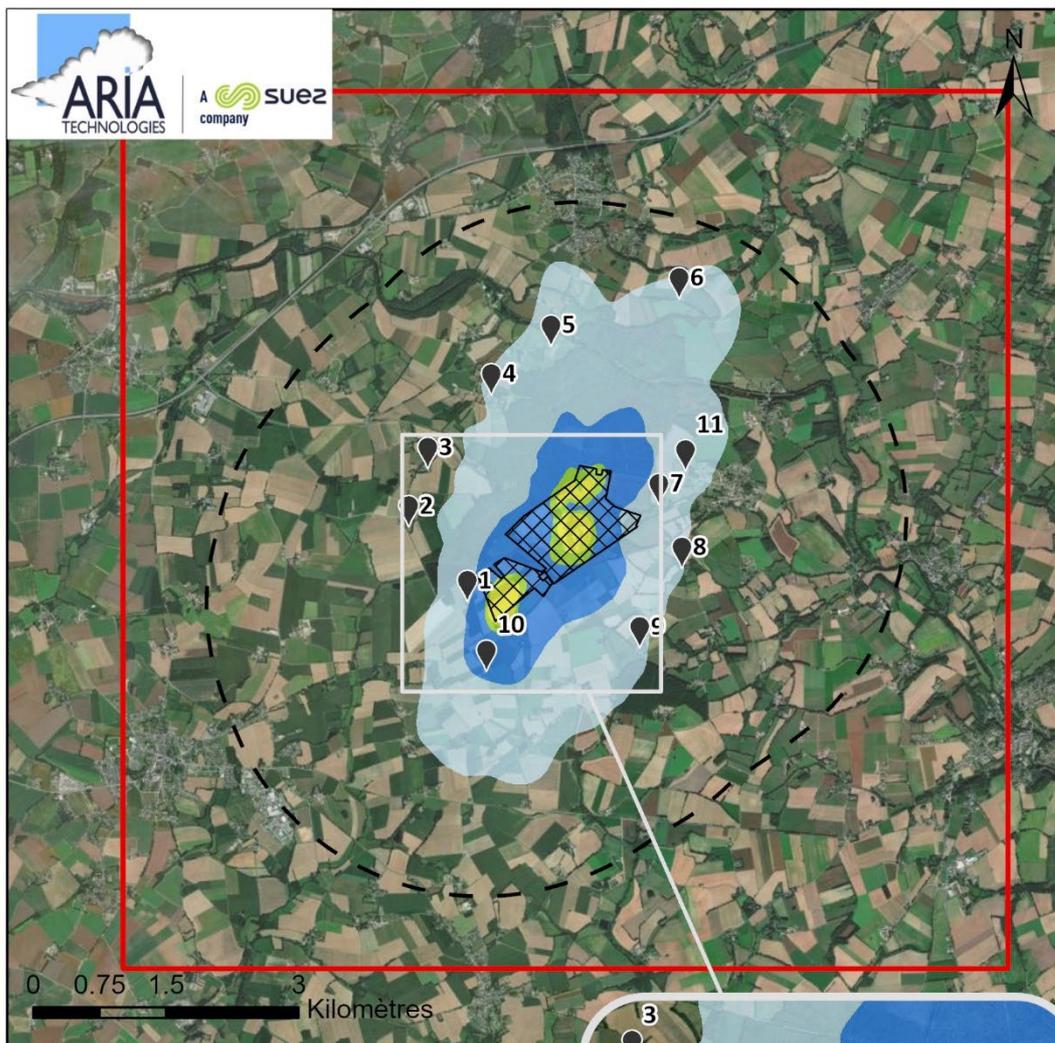
Légende

-  Site avec extension
-  Limite de 3 km
-  Domaine de modélisation
-  Points cibles

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{s}$)

- < 0.002
-  0.002 - 0.005
-  0.005 - 0.01
-  0.01 - 0.025
-  > 0.025



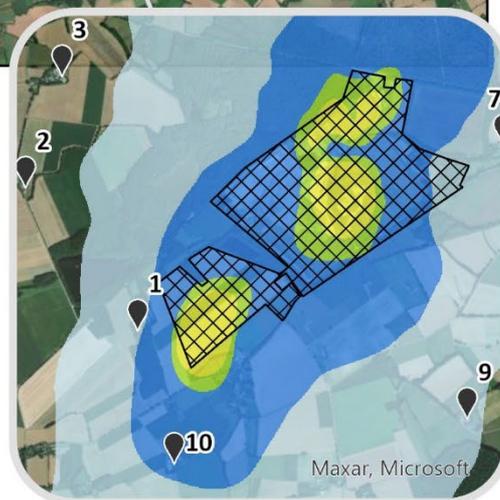


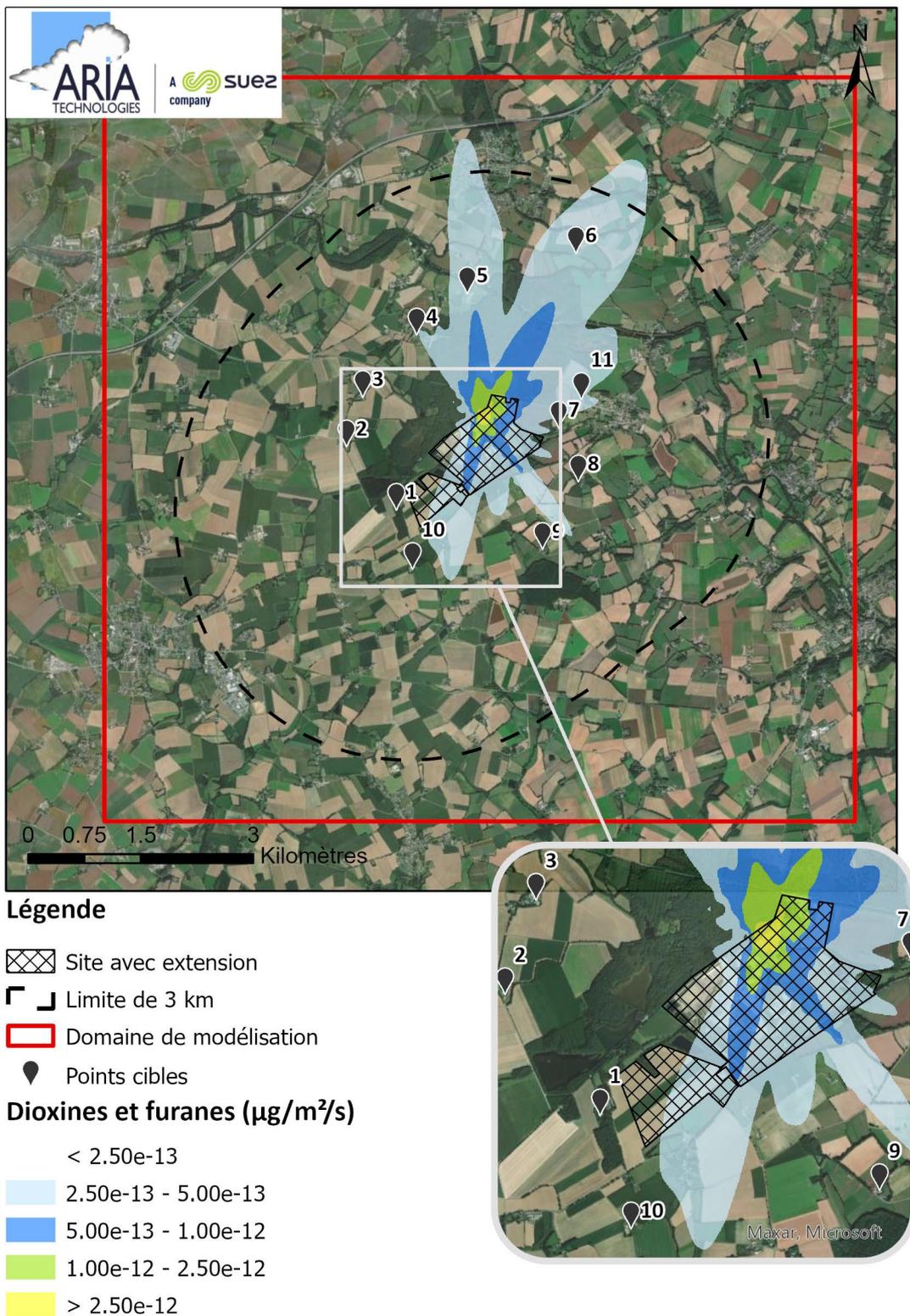
Légende

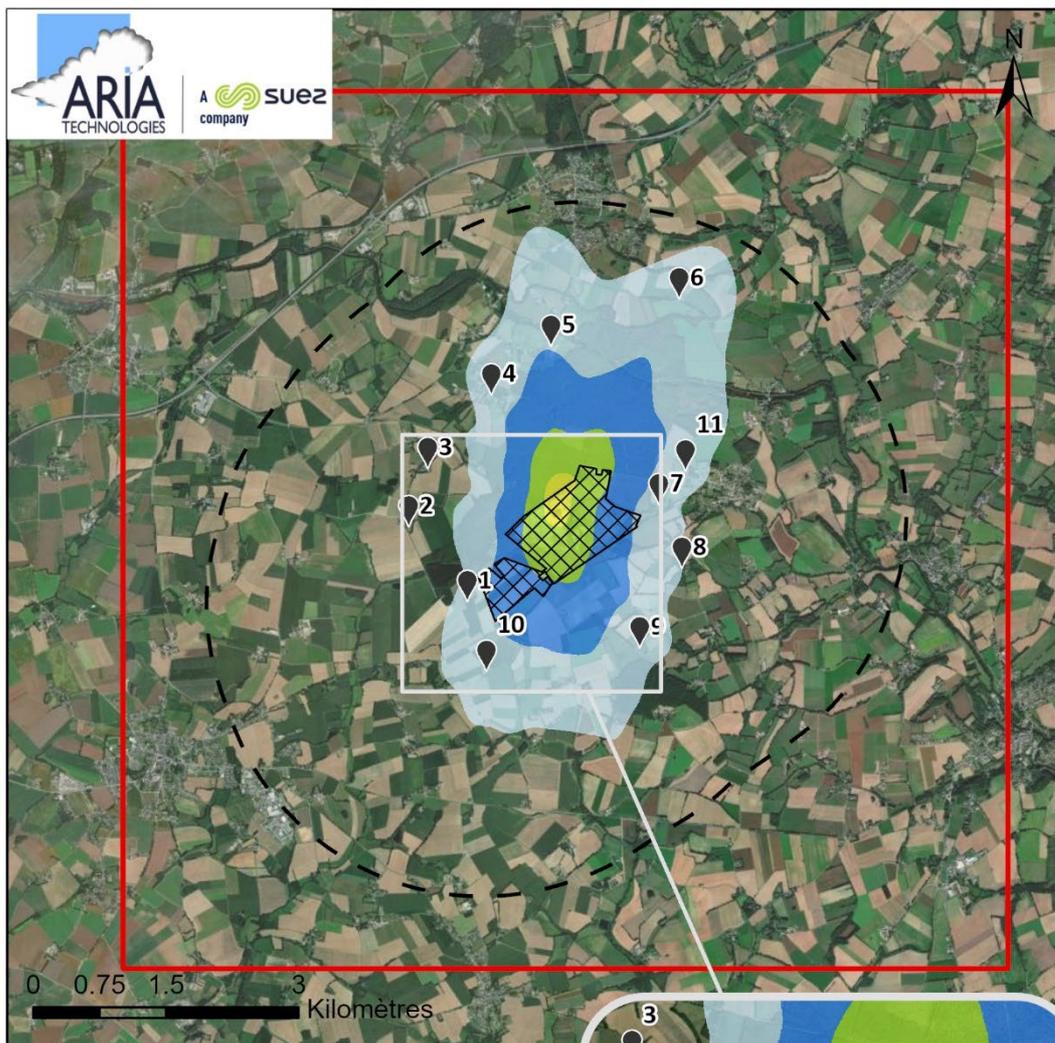
-  Site avec extension
-  Limite de 3 km
-  Domaine de modélisation
-  Points cibles

PM2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)

- < 0.001
-  0.001 - 0.0025
-  0.0025 - 0.0075
-  0.0075 - 0.01
-  > 0.01





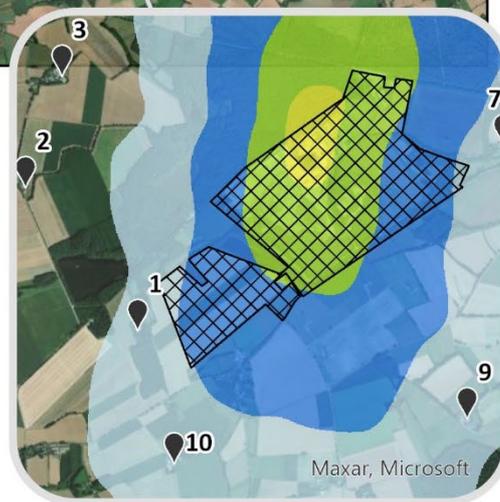


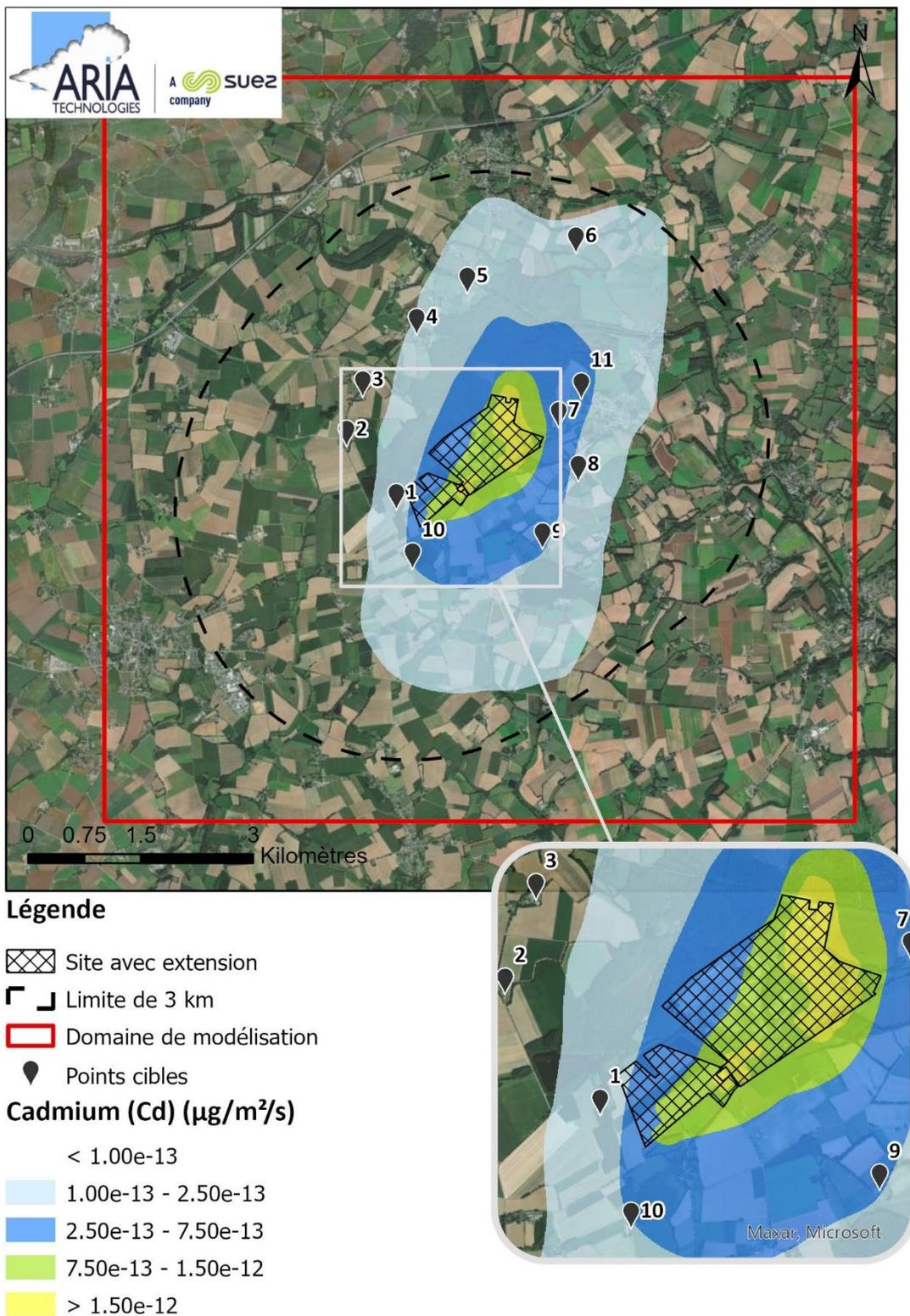
Légende

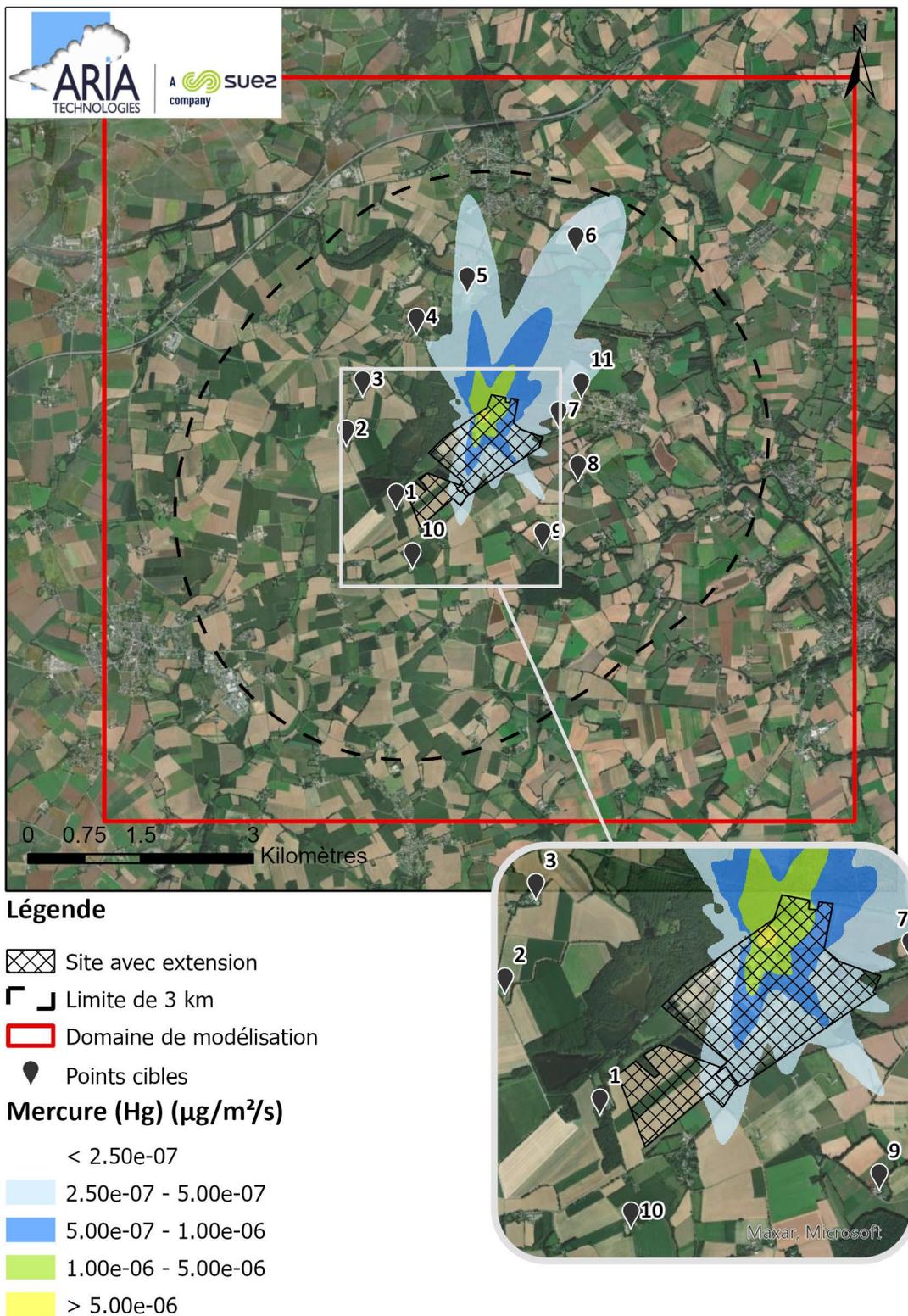
-  Site avec extension
-  Limite de 3 km
-  Domaine de modélisation
-  Points cibles

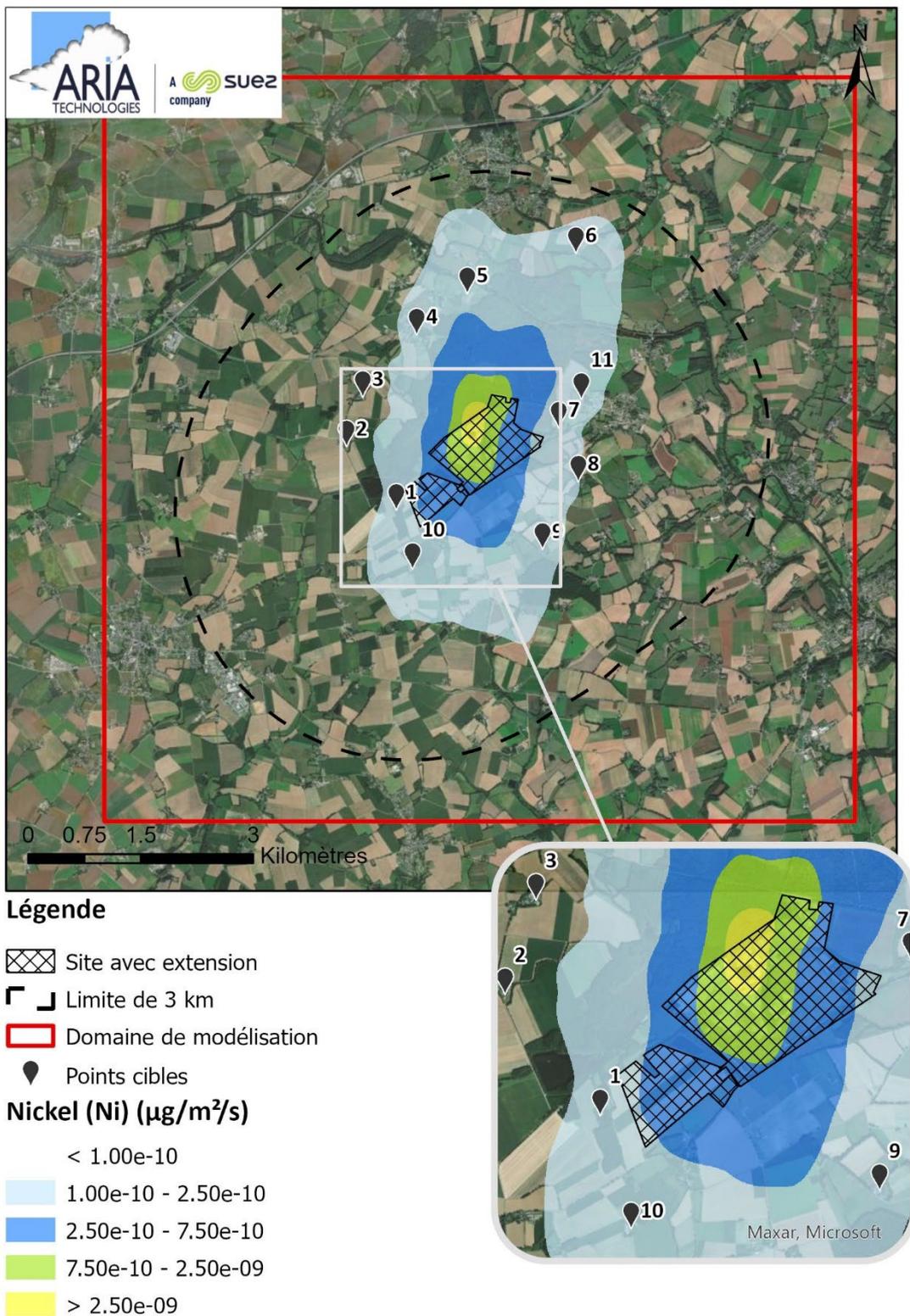
Naphtalène ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)

- < $5.00\text{e-}09$
-  $5.00\text{e-}09$ - $1.00\text{e-}08$
-  $1.00\text{e-}08$ - $2.50\text{e-}08$
-  $2.50\text{e-}08$ - $1.00\text{e-}07$
-  $> 1.00\text{e-}07$









Annexe 4 : Rapport de la campagne de mesures



ISDND DE GUELTAS (56)

CAMPAGNE DE MESURE DE POLLUANTS DANS L'AIR AMBIANT ET LES SOLS

Commanditaire :
Aria Technologies
Groupe Suez

Référence :
RP-AF23020-V1

Date d'émission :
14/06/2023

Auteur :
Vincent PRADELHES
vincent.pradelhes@rincent.com
06 22 27 51 16

Validation :
François CAPE
francois.cape@rincent.com
07 56 98 41 27

Rincent Air - Cap Environnement SARL
5 rue Edmond Michelet 93360 Neuilly-Plaisance | Tél. : 01 48 71 90 10 | Email : production@rincent.fr
N° SIRET : 421 640 962 00054 | TVA Intra : FR24 421 640 962 | Code APE : 7112B



SOMMAIRE

I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE.....	3
II. METHODOLOGIE	3
II. 1. POLLUANTS MESURES.....	3
II. 2. MESURE DES PARTICULES PM ₁₀	3
II. 3. MESURE DES COMPOSES GAZEUX.....	3
II. 4. MESURE DES ELEMENTS TRACES METALLIQUES (ETM) DANS LES SOLS	4
II. 5. POINTS DE MESURE.....	4
II. 6. PERIODE DE MESURE.....	5
III. RESULTATS	6
III. 1. CONDITIONS DE LA CAMPAGNE	6
III. 2. RESULTATS DES MESURES EN AIR AMBIANT	7
III. 3. RESULTATS DES MESURES DANS LES SOLS	8
III.3.1. RESULTATS DES MESURES ETM	8
III.3.2. RESULTATS DES MESURES HAP.....	8
III.3.3. RESULTATS DES MESURES PCDD-F.....	9
IV. SYNTHESE.....	9

ANNEXES

Annexe 1 : Photographies des points de mesure d'air ambiant.....	10
--	----

TABLEAUX

Tableau 1 : résultats des mesures des composés gazeux en air ambiant en µg/m ³	7
Tableau 2 : résultats des mesures d'ETM dans les sols en mg/kg	8
Tableau 3 : résultats des mesures de HAP dans les sols	8
Tableau 4 : équivalents toxiques des PCDD/PCDF en ng/kg	9

FIGURES

Figure 1 : plan d'échantillonnage des mesures en air ambiant	5
Figure 2 : températures et précipitations (données : Météo France)	6
Figure 3 : roses des vents (données : Météo France)	6
Figure 4 : cartographie des résultats dans l'air ambiant	7



I. CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Dans le cadre d'un projet d'extension de l'ISDND située à Gueltas (56), la société Rincet Air a réalisé une campagne de mesure de polluants dans l'air ambiant et dans les sols. Ce rapport présente la méthodologie mise en œuvre et les résultats obtenus.

II. METHODOLOGIE

II. 1. Polluants mesurés

Les polluants mesurés sont les suivants :

Air ambiant	Particules PM ₁₀ Gaz permanents : Dioxyde d'azote (NO ₂), dioxyde de soufre (SO ₂), dihydrogène sulfuré (H ₂ S), ammoniac (NH ₃) Composés organiques volatils : benzène, 1,2 DCE, acétaldéhyde
Sols	Éléments traces métalliques (ETM) : 16 éléments Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : 16 composés prioritaires Dioxines et furanes (PCDD-F) : 17 congénères toxiques

II. 2. Mesure des particules PM₁₀

En se conformant à la méthode de référence, les mesures de particules PM₁₀ en air ambiant nécessitent une instrumentation complexe à mettre en œuvre, notamment pour des besoins d'alimentation électrique. Ces contraintes ne permettent pas de caractériser la pollution atmosphérique sur tous les points souhaités.

Dans le cadre de cette étude, une méthode alternative est donc proposée. Cette méthode conforme à la norme allemande VDI 2119 (mesure des particules de diamètre aérodynamique entre 2,5 et 80 µm) consiste à recueillir les particules à l'aide de collecteurs pouvant être placés sur les supports verticaux du domaine public (cf. illustration).



Collecteur de PM₁₀

Les collecteurs contiennent un film adhésif sur lequel les particules se déposent par sédimentation. L'analyse granulométrique des films par microscope électronique permet d'évaluer la teneur des PM₁₀ dans l'air ambiant au cours de la période d'exposition des films.

II. 3. Mesure des composés gazeux

Les prélèvements sont réalisés par capteurs à diffusion passive, contenant un adsorbant spécifique qui piège les polluants présents dans l'air ambiant. Le résultat des analyses est une concentration moyenne sur la période de mesure. Les capteurs sont placés dans des boîtes de protection placées en hauteur sur les supports verticaux publics disponibles afin d'améliorer la représentativité et limiter les actes de vandalisme.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques de la méthode pour chaque capteur utilisé :



Boîte contenant un capteur NO₂ et un capteur BTEX



Polluant	Illustration	Adsorbant	Analyse	Limite de détection	Incertitude (10.02.2022)
NO ₂		Triéthanolamine	Spectrométrie UV	0,6 µg/m ³	20,9 % à 40 µg/m ³
Benzène		Charbon actif	Chromatographie gazeuse	0,4 µg/m ³	28,4 % à 5 µg/m ³
NH ₃		Acide phosphorique	Spectrométrie visible	0,6 µg/m ³	20,3 % à 10 µg/m ³
H ₂ S		Sulfate de cadmium	Spectrométrie visible	0,4 µg/m ³	23,9 % à 20 µg/m ³
1,2 DCE (dichloroéthane)		Carbograph 4	Désorption thermique/ chromatographie en phase gazeuse/ spectrométrie de masse	0,01 µg/m ³	30,0 %
Acétaldéhyde		Florisi revêtu de 2,4-DNPH	Désorption chimique/ chromatographie liquide haute performance/ détection ultraviolet	0,1 µg/m ³	30,0 %
Dioxyde de soufre (SO ₂)		Triéthanolamine	Désorption chimique/ chromatographie ionique	0,1 µg/m ³	30,0 %

Les analyses de NO₂, benzène, NH₃ et H₂S sont réalisées par le laboratoire suisse Passam Ag accrédité ISO 17025 (STS 149) pour la mesure de la qualité de l'air ambiant par la méthode des tubes à diffusion passive utilisant des techniques de spectrophotométrie et de chromatographie en phase gazeuse. Les analyses de SO₂, acétaldéhyde et 1,2 DCE sont réalisées par le laboratoire français Tera Environnement, accrédité COFRAC pour la mesure des COV et des aldéhydes en air ambiant.

II. 4. Mesure des éléments traces métalliques (ETM) dans les sols

Les prélèvements de sol sont réalisés à une profondeur de 5 à 15 cm et conditionnés en flaconnage adapté à l'analyse ultérieure des polluants. Chaque point de mesure fait l'objet de 4 prélèvements réalisés en différents emplacements (sur une surface de 1 m²) afin de constituer un échantillon composite. Les échantillons sont ensuite envoyés au laboratoire Wessling, accrédité COFRAC pour la mesure des ETM, des HAP et des PCDD/F dans les sols, et analysés selon les méthodes suivantes :

- o Pour les ETM : spectrométrie de masse à plasma couplé par induction (ICP/MS) ;
- o Pour les HAP : chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MSD) ;
- o Pour les dioxines et furanes chlorés (PCDD/F) : chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse haute résolution (HRGC-HRMS).

II. 5. Points de mesure

L'échantillonnage est établi pour 5 points de mesure établis en concertation avec Suez - Aria technologies, sur la base de la rose des vents décennale :

N°	Localisation	Représentativité
P1	Route Kerlaizan / Guernogas	Proximité sud-ouest site
P2	Route Keru	Distant du site actuel mais proche de l'extension
P3	Route	Proximité ouest site
P4	RD125	Proximité nord site
P5	Rue du Pont Creux - Gueltas	Hors impact



L'emplacement des points de mesure est présenté sur la carte suivante (les photographies sont présentées en annexe 1) :



Figure 1 : plan d'échantillonnage des mesures en air ambiant

II. 6. Période de mesure

La campagne de mesure est réalisée du mercredi 26 avril au mercredi 10 mai 2023.



III. RESULTATS

III. 1. Conditions de la campagne

Le graphique suivant présente les températures et précipitations enregistrées par la station Météo France de Plouguenast (située à environ 20 km au nord-est du site) durant la campagne de mesure.

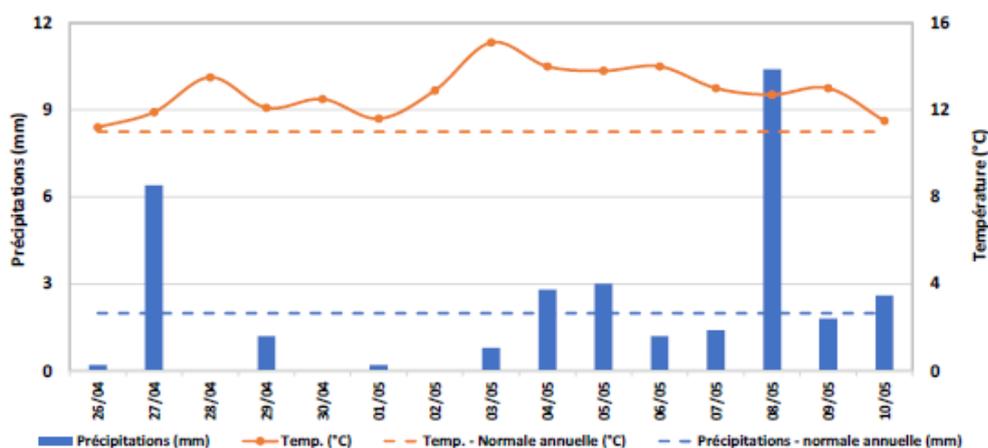


Figure 2 : températures et précipitations (données : Météo France)

La campagne de mesure se caractérise par des températures légèrement supérieures à la normale annuelle (13 °C contre 11 °C), ce qui exclut toute surestimation des concentrations pouvant être liée à des épisodes de froid. Par ailleurs les précipitations sont proches des normales (2,1 mm contre 2,6 mm), ce qui n'indique pas d'impact majeur sur les concentrations en particules dans l'air ambiant.

La figure suivante présente la rose des vents au cours des mesures et sur la période 2001-2020 :

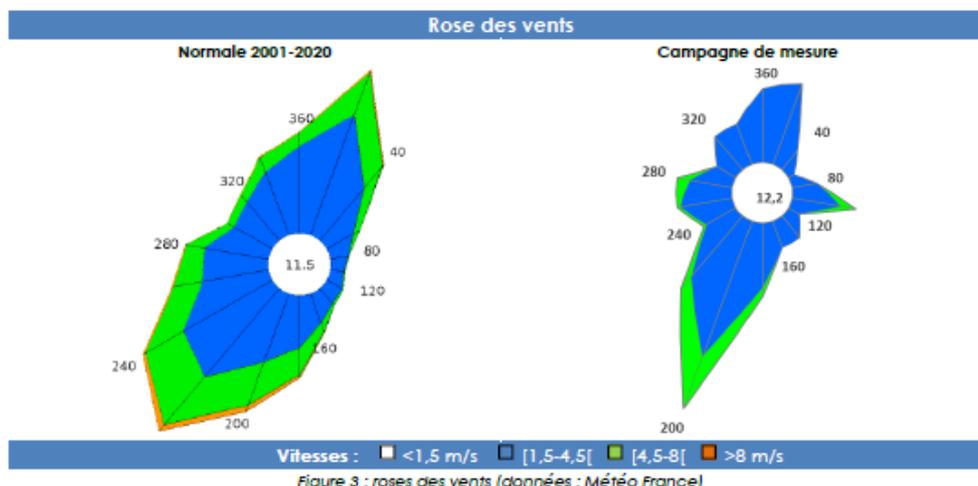


Figure 3 : roses des vents (données : Météo France)

Les vents au cours des mesures suivent un axe sud-sud-ouest / nord-nord-est conforme aux normales. De même, les vitesses de vent sont équivalentes aux normales avec des valeurs relativement importantes indiquant de bonnes conditions de dispersion au cours des mesures.



III. 2. Résultats des mesures en air ambiant

Les résultats sont présentés sur un tableau présentant les valeurs maximales en orange ainsi que les valeurs réglementaires disponibles (décret n°2010-1250) pour chaque polluant :

Composés gazeux (µg/m³)	P1	P2	P3	P4	P5	Valeur limite	Objectif de qualité
Dioxyde d'azote (NO ₂)	2,1	2,7	2,5	4,2	3,2	40	40
Benzène	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	5	2
NH ₃	3,0	9,6	1,8	3,3	3,1		
H ₂ S	< 0,2	< 0,2	0,9	0,5	< 0,2		
1,2 DCE (dichloroéthane)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03		
Acétaldéhyde	0,6	0,9	0,8	1,4	0,8		
Dioxyde de soufre (SO ₂)	2,7	4,4	0,9	1,9	0,4	-	50
PM ₁₀	11,2	17,2	12,5	15,1	9,3	40	30

Tableau 1 : résultats des mesures des composés gazeux en air ambiant en µg/m³



Figure 4 : cartographie des résultats dans l'air ambiant

Les points situés en bordure du site (P1, P3 et P4) sont associées aux valeurs maximales de NO₂, H₂S et acétaldéhyde. Le point P4 étant situé à proximité de la route départementale RD125, les concentrations plus importantes en NO₂ et acétaldéhyde peuvent s'expliquer par le trafic routier sur cet axe, qui constitue une source d'émission spécifique de ces composés. En revanche le H₂S est mesuré avec la concentration maximale sur P3 à l'ouest du site, dans une moindre mesure sur P4, et n'est détecté sur aucun autre point de mesure. Ce composé étant issu de la fermentation des déchets, ces résultats peuvent traduire un impact de l'ISDND.

Les concentrations maximales en NH₃, SO₂ et PM₁₀ sont mesurées sur le point P2 situé à une distance plus importante au sud-ouest du site. Le point P1, situé en amont de P2 par rapport à la dispersion, présente des concentrations plus faibles. Ces résultats semblent donc indiquer l'influence d'une autre source d'émission au niveau de P2 (ex : activité agricole, feu en foyer ouvert...)

Les concentrations en benzène et en 1,2-DCE sont inférieures à la limite de quantification sur tous les points de mesure. Par ailleurs, toutes les concentrations mesurées restent relativement faibles et sont inférieures aux valeurs réglementaires.



III. 3. Résultats des mesures dans les sols

III.3.1. Résultats des mesures ETM

Le tableau suivant présente les résultats comparés aux gammes de concentrations dans les sols d'après la base de données du programme ASPITET¹ et du RMQS² (en bleu). Les concentrations maximales pour chaque polluant sont présentées en orange.

ETM (mg/kg MS)	Bruit de fond	P1	P2	P3	P4	P5
Mercuré (Hg)	0,02 – 0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Antimoine (Sb)	-	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Arsenic (As)	1 – 25	12	<5,0	<5,0	9,2	13
Plomb (Pb)	9 – 50	15	3,8	12	13	18
Cadmium (Cd)	0,05 – 0,45	<0,1	<0,1	<0,1	0,10	<0,1
Chrome (Cr)	10 – 90	25	5,0	10	18	24
Cobalt (Co)	2 – 23	21	<2,0	<2,0	3,3	5,7
Cuivre (Cu)	2 – 20	28	5,7	4,3	17	26
Manganèse (Mn)	170 – 1260	240	55	99	120	420
Nickel (Ni)	2 – 60	30	<3,0	4,3	7,2	16
Sélénium (Se)	0,10 – 0,70	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Tellure (Te)	-	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0
Thallium (Tl)	0,10 – 0,17	0,22	<0,1	0,15	0,17	0,14
Vanadium (V)	-	30	5,1	15	22	31
Zinc (Zn)	10 – 100	80	14	28	34	77
Étain (Sn)	2 – 5	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0

Tableau 2 : résultats des mesures d'ETM dans les sols en mg/kg

Le point P1 en bordure sud-ouest du site présente 6 des concentrations maximales, ce qui peut éventuellement traduire un impact de l'activité. Néanmoins 4 des valeurs maximales sont détectées sur le point « hors impact » (P5). Le cuivre et le thallium mesurés sur P1 sont par ailleurs les seuls ETM qui présentent une concentration plus importante que le bruit de fond en France.

III.3.2. Résultats des mesures HAP

Le tableau suivant présente les résultats obtenus comparés au bruit de fond dans les sols d'après les données du RMQS. Les concentrations maximales pour chaque polluant sont présentées en orange.

HAP	Concentrations en mg/kg					
	Bruit de fond	P1	P2	P3	P4	P5
Naphtalène	0 – 0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphylène	0 – 0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Acénaphène	0 – 0,01	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluorène	0 – 0,02	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Phénanthrène	0 – 0,17	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Anthracène	0 – 0,03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Fluoranthène	0 – 0,27	<0,05	0,24	<0,05	<0,05	<0,05
Pyrène	0 – 0,22	<0,05	0,23	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)anthracène	0 – 0,13	<0,05	0,15	<0,05	<0,05	<0,05
Chrysène	0 – 0,19	<0,05	0,15	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(b)fluoranthène	0 – 0,17	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(k)fluoranthène	0 – 0,09	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(a)pyrène	0 – 0,15	<0,05	0,20	<0,05	<0,05	<0,05
Dibenzo(a,h)anthracène	0 – 0,06	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Benzo(g,h,i)pérylène	0 – 0,14	<0,05	0,15	<0,05	<0,05	<0,05
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	0 – 0,12	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	<0,05
Sommes des HAP	0,13 – 1,70	-/-	1,40	-/-	-/-	-/-

Tableau 3 : résultats des mesures de HAP dans les sols

Les concentrations maximales en HAP sont détectées sur P2 à une distance plus importante au sud-ouest du site ce qui ne permet pas de traduire un impact. A l'exception de ce point, les concentrations mesurées ne présentent pas de valeurs hors de la gamme du bruit de fond mesuré habituellement dans les sols français.

¹ ASPITET - Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces

² RMQS - Réseau de Mesure de la Qualité des Sols : centile 10 et centile 99 des résultats



III.3.3. Résultats des mesures PCDD-F

Le tableau suivant présente les équivalents toxiques des 17 congénères en ng/kg :

PCDD/PCDF	P1	P2	P3	P4	P5
2,3,7,8 TCDD	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2,3,7,8 PCDD	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
1,2,3,4,7,8 HxCDD	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,6,7,8 HxCDD	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,7,8,9 HxCDD	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	<15	<15	<15	<15	76
OCDD	95	<50	70	<50	330
2,3,7,8 TCDF	2,1	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
1,2,3,7,8 PCDF	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
2,3,4,7,8 PCDF	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
1,2,3,4,7,8 HxCDF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,6,7,8 HxCDF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
2,3,4,6,7,8 HxCDF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,7,8,9 HxCDF	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	<15	<15	<15	<15	<15
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	<15	<15	<15	<15	<15
OCDF	<50	<50	<50	<50	<50
Total	120	-/-	110	-/-	480

Tableau 4 : équivalents toxiques des PCDD/PCDF en ng/kg

Les résultats indiquent la concentration en PCDD-F la plus élevée au niveau du point « hors impact » (P5) avec la valeur de 480 ng/kg MS, ce qui ne met pas en évidence d'impact du site sur ce polluant.

IV. SYNTHÈSE

Une campagne de mesure des concentrations dans l'air ambiant et dans les sols a été réalisée dans l'environnement du projet d'extension de l'ISDND de Gueltas du 26 avril au 10 mai 2023. Ces mesures se sont déroulées sous des conditions météorologiques proches des normales annuelles, indiquant une bonne représentativité des résultats. Dans ces conditions, la campagne de mesure se caractérise par les résultats suivants dans l'air ambiant :

- Des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) et en acétaldéhyde plus importantes au nord du site en bordure de la D125, ce qui s'explique par la contribution du trafic routier aux émissions de ces polluants.
- Des concentrations en dihydrogène sulfuré (H₂S) plus importantes sur les points situés en limite de propriété, pouvant traduire un impact de l'activité.
- Des concentrations en ammoniac (NH₃), dioxyde de soufre (SO₂) et particules (PM₁₀) plus importantes sur un point éloigné que les points situés en limite de propriété, indiquant une source d'émission spécifique locale non liée à l'activité.
- Des concentrations en benzène et 1,2-dichloroéthane inférieures aux limites de quantification sur tous les points.

Les mesures réalisées dans les sols apportent les conclusions suivantes :

- Des concentrations en éléments traces métalliques (ETM) plus élevées au niveau du point en bordure sud du site pour 6 éléments, ainsi que des concentrations supérieures au bruit de fond en France pour 2 d'entre eux (cuivre et thallium) pouvant éventuellement traduire un impact de l'activité.
- Des concentrations en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) plus importantes sur un point éloigné que sur les points en limite de site, indiquant une source d'émission locale non liée à l'activité.
- Des concentrations en dioxines et furanes (PCDD/F) plus importantes sur le point hors impact, n'indiquant pas d'émissions liées à l'activité.



Annexe 1 : Photographies des points de mesure d'air ambiant

Point P1



Point P2





Point P3



Point P4





Point P5



(Emplacement prélèvement de sol)



Annexe 5 : Détermination des concentrations dans les milieux d'exposition

Cette annexe présente les modes de calculs des concentrations en composés dans les milieux auxquels les personnes sont exposées, à partir des données de la modélisation selon la méthode de l'EPA (HHRAP)³³.

Dans cette approche de l'EPA, les dépôts modélisés sont supposés s'accumuler sur le sol au cours du temps sans aucun phénomène d'atténuation (lixiviation, érosion, dégradation, ...) et la concentration de polluants dans le sol est obtenue par calcul de la dilution dans le sol de la quantité de composés déposés dans la couche de sol considérée. Il s'agit donc d'une **approche majorante simplifiée**.

Détermination des concentrations dans les sols

Il s'agit de déterminer la concentration dans les sols à partir des dépôts calculés par modélisation de la manière suivante :

$$C_{\text{sol}} = \frac{D \times T}{\rho \times h}$$

Avec :

- C_{sol} : concentration dans le sol (mg/kg)
- D : quantité de dépôt sur le sol (mg/m²/an)
- T : durée d'exposition (année)
- ρ : densité du sol (kg/m³)
- h : hauteur du sol (m)

Les concentrations dans les sols sont calculées en prenant les hypothèses et paramétrages suivants :

- Densité de sol sec : ρ=1 300 kg/m³
- Durée d'exposition : T= 50 ans

Les concentrations dans le sol ont été calculées :

- Dans la couche superficielle de **1 cm d'épaisseur**, dans les zones d'habitation et de pâturages, pour l'ingestion directe de poussières (homme et animaux),
- Dans la couche superficielle de **20 cm d'épaisseur**, dans les zones d'habitations ou de culture, où sont cultivés les végétaux,
- Dans la couche superficielle de **10 cm d'épaisseur** au niveau des zones de pâturage et dans laquelle se trouvent les racines de l'herbe (valeur proposée dans la mise à jour de décembre 2004 du rapport GT-GIC³⁴).

Dans cette étude, nous considérerons **D_{cult} = D_{pât} = Dépôt sur la zone de culture la plus exposée** et **D_{pop} = Dépôt sur la zone habitée la plus exposée**.

³³ EPA. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion facilities. July 1998. EPA530-D-98-001A.

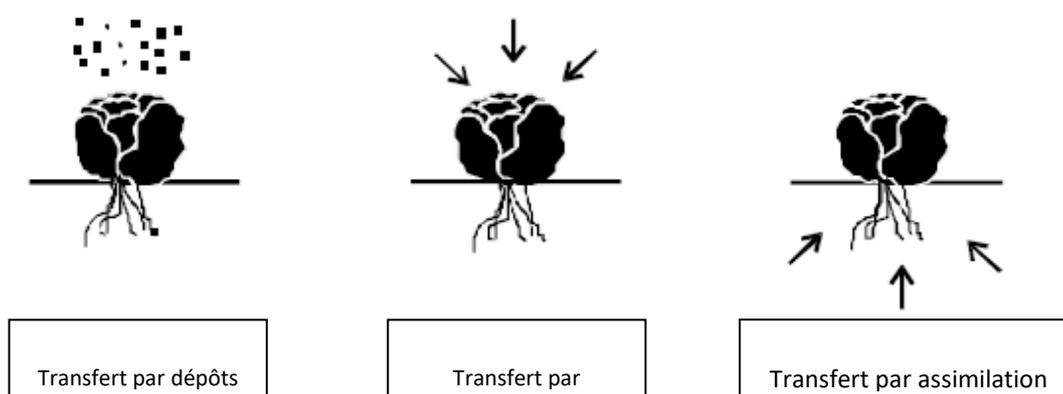
³⁴ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004.

Détermination des concentrations dans les végétaux

La contamination des végétaux a trois origines (cf. Figure 36) :

- Les dépôts de polluants sur les parties aériennes provenant des retombées atmosphériques et de ré-entrainement de poussières,
- L'absorption foliaire de certains polluants gazeux par les feuilles de la plante,
- L'assimilation des polluants par la plante depuis le sol, par les racines, puis la diffusion dans tout le végétal.

Figure 36 : contamination des végétaux (EPA, 1998)



Transfert lié aux dépôts particulaires sur les plantes

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante liée au dépôt particulaire est calculée par la formule suivante :

$$C_{dp} = D \times R_p \times \frac{1 - e^{(-k_p \times T_p)}}{Y_p \times k_p} \times t_{ms}$$

Avec :

C_{dp} : concentration dans les plantes due au phénomène de déposition (mg/kg frais)

D : quantité de dépôt sur le sol (mg/m²/an)

R_p : fraction interceptée par les cultures (-)

k_p : coefficient de perte sur la surface de la plante (année⁻¹) - effet « weathering »

T_p : durée de culture (année)

Y_p : rendement de production (kg sec/m²)

t_{ms} : teneur en matière sèche de la plante (-)

Les facteurs relatifs aux végétaux utilisés sont issus des rapports de l'INERIS^{35/36} et sont présentés dans le Tableau 84.

Tableau 84 : facteurs relatifs aux végétaux

Type de plante	t _{ms}	Yp (kg sec /m ²)	Rp	Kp (an ⁻¹)	Tp (an)
Légumes-racines	0,2	-	-	-	-
Légumes-feuilles	0,086	0,246	0,215	18	0,164
Légumes-fruits	0,063	10,52	0,996	18	0,164
Fruit	0,15	0,252	0,053	18	0,164
Herbe	0,2	0,24	0,5	18	0,12
Grains	0,882	-	-	-	-

Transfert lié à l'absorption foliaire

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante liée à l'absorption foliaire est calculée par la formule suivante :

$$C_{gp} = C_a \times B_v \times F_v \times VG$$

Avec :

C_{gp} : concentration dans les plantes due à l'absorption foliaire (mg/kg frais)

C_a : concentration de polluant dans l'air (µg/m³)

B_v : coefficient de bio-transfert air-plante (m³/kg frais)

F_v : Fraction de polluant sous forme gazeuse (-)

VG : facteur correctif empirique (pour tenir compte du transfert réduit des polluants vers l'intérieur de la plante à vocation alimentaire et de la réduction de la contamination due aux techniques de préparation).

VG = 0,01 pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau (Kow) supérieur à 10 000 et VG = 1 pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau inférieur à 10 000.

Les facteurs de bioconcentration air/plante (B_v) utilisés sont présentés dans le Tableau 85 et sont issus de préférence de la base de données HHRAP (EPA, 2005). Les données HHRAP ont été privilégiées pour la transparence des sources d'informations. Ce facteur est nul pour les métaux.

Tableau 85 : facteurs de bioconcentration air/plante (Bv exprimés par rapport à la plante fraîche)

	Bv air/feuille	Bv air/leg-fruit	Bv air/fruit	Bv air/herbe	Source
unité	m ³ /kg frais				
Cadmium	0	0	0	0	HHRAP 2005
Méthylmercure	0	0	0	0	HHRAP 2005
Mercuré inorganique	0	0	0	0	HHRAP 2005
Nickel	0	0	0	0	HHRAP 2005
2,3,7,8 dioxines	10 300	10 300	10 300	10 300	GIC rev 2004
Benzo(a)pyrène	24 948	7 859	18 711	24 948	HHRAP 2005

³⁵ INERIS. Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

³⁶ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004.

	Bv air/feuille	Bv air/leg-fruit	Bv air/fruit	Bv air/herbe	Source
unité	m ³ /kg frais				
Naphtalène	0	0	0	0	HHRAP 2005

Les paramètres physico-chimiques relatif sont issus des rapports de l'INERIS^{37/38} et sont présentés dans le Tableau 86.

Tableau 86 : paramètres physico-chimiques

	Fv	Coefficient de partage octanol-eau	VG
unité	-	log Kow	-
Cadmium	-	-	-
Méthylmercure	-	-	-
Mercuré inorganique	1,00	0,62	1,00
Nickel	-	-	-
2,3,7,8 dioxines	0,66	6,80	0,01
Benzo(a)pyrène	0,29	6,00	0,01
Naphtalène	1,00	3,30	1,00

Transfert lié à l'assimilation des polluants par la plante

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante est calculée par la formule suivante :

$$C_{rp} = B_r \times C_s$$

Avec :

C_{rp} : concentration dans la plante due au transfert sol/plante (mg/kg frais)

C_s : concentration dans le sol (mg/kg sol sec), dans les 20 premiers cm pour les racines, les feuilles, les fruits, les grains, et dans les 10 premiers cm pour l'herbe.

B_r : facteur de bio concentration sol/plante spécifique, dans les racines, les feuilles, les fruits, les grains du végétal, l'herbe (mg/kg frais ou sec de plante / mg/kg de sol sec).

Les facteurs de bioconcentration sol/plante (B_r) utilisés sont présentés dans le Tableau 87 et sont issus de préférence de la base de données HHRAP (EPA, 2005) et, à défaut de l'étude réalisée par le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (1999)³⁹. Les données HHRAP ont été privilégiées pour la transparence des sources d'informations.

³⁷ INERIS. Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

³⁸ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004.

³⁹ GNRC, Rapport détaillé du GT3 (source : IPSN/DPHD/SAER) – 1999 et son annexe VIII-2

Tableau 87 : facteurs de bioconcentration sol/plante (Br exprimés par rapport à la plante fraîche)

	Br sol/racine	Br sol/feuille	Br sol/leg-fruit	Br sol/fruit	Br sol/grain	Br sol/herbe	Source biblio
unité	kg sol sec/kg frais de plante						
Cadmium	1,28E-02	1,08E-02	7,88E-03	1,88E-02	5,47E-02	7,28E-02	HHRAP 2005
Méthylmercure	1,98E-02	2,53E-03	1,85E-03	4,41E-03	1,68E-02	0,00E+00	HHRAP 2005
Mercure inorganique	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	1,20E+00	GRNC - GR3
Nickel	1,60E-03	8,01E-04	5,87E-04	1,40E-03	5,29E-03	6,40E-03	HHRAP 2005
2,3,7,8 dioxines	5,00E-03	3,91E-04	2,87E-04	6,83E-04	4,01E-03	9,10E-04	INERIS 2004 & HHRAP 2005
Benzo(a)pyrène	1,21E-02	1,14E-03	8,32E-04	1,98E-03	1,16E-02	2,64E-03	HHRAP 2005
Naphtalène	5,38E-02	4,12E-02	3,02E-02	7,19E-02	4,22E-01	9,58E-02	HHRAP 2005

Contamination totale des plantes

La contamination totale des plantes correspond à la somme des concentrations dans les plantes calculées par le transfert sol/plante, par le transfert air/plante et liées au dépôt de particules :

$$C_p = C_{dp} + C_{gp} + C_{rp}$$

Avec :

C_p : concentration totale dans les plantes (mg/kg frais)

C_{dp} : concentration dans les plantes due au phénomène de déposition (mg/kg frais)

C_{gp} : concentration dans les plantes due à l'absorption foliaire (mg/kg frais)

C_{rp} : concentration dans la plante due au transfert sol/plante (mg/kg frais)

Détermination des concentrations dans les produits d'origine animale

On suppose de manière majorante que toute la nourriture ingérée par l'animal provient de la zone d'exposition.

Les facteurs de bioconcentration dans les produits animaux (Ba) utilisés sont présentés dans le Tableau 88 et sont issus de préférence de la base de données HHRAP (EPA, 2005) et, à défaut de l'étude réalisée par le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (1999)⁴⁰. Les données HHRAP ont été privilégiées pour la transparence des sources d'informations.

GNRC, Karine Beaugelin-Seiller, Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs – Paramètres [1] de transfert, Rapport IPSN DPRE/SERLAB/01-39

⁴⁰ GNRC, Rapport détaillé du GT3 (source : IPSN/DPHD/SAER) – 1999 et son annexe VIII-2

GNRC, Karine Beaugelin-Seiller, Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs – Paramètres [1] de transfert, Rapport IPSN DPRE/SERLAB/01-39.

Tableau 88 : coefficient de bio-transfert dans les produits animaux (Ba exprimés par rapport à la masse fraîche de produit)

Substance	Baboeuf	Balaît	Bavolaille	Baoeuf	Blaît matern	
unité	j/kg frais	j/l frais	j/kg frais	j/kg frais	j/kg frais	Source
Cadmium	1,20E-04	6,50E-06	1,06E-01	2,50E-03		HHRAP 2005
Méthylmercure	7,80E-04	3,38E-04	3,58E-03	3,58E-03		HHRAP 2005
Mercure inorganique	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00		HHRAP 2005
Nickel	6,00E-03	1,00E-03	5,00E-03	4,00E-01		HHRAP 2005 & GRNC - GR3
2,3,7,8 dioxines	3,42E-02	6,30E-03	3,42E-02	2,46E+01	6,70E+00	INERIS 2004
Benzo(a)pyrène	3,76E-02	7,91E-03	2,77E-02	1,58E-02		HHRAP 2005
Naphtalène	1,48E-02	3,13E-03	1,09E-02	6,25E-03		HHRAP 2005

Transfert vers la viande de bœuf

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la viande de bœuf est calculée par l'équation suivante :

$$C_{boeuf} = (Q_{herbe} \cdot C_{herbe} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{boeuf}$$

Avec :

C_{boeuf} : concentration dans la viande (mg/kg de viande fraîche)

Q_{herbe} : quantité totale d'herbe ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)

C_{herbe} : concentration en polluant dans l'herbe ingérée par l'animal (mg/kg)

Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)

C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm

B_s : facteur de biodisponibilité ($B_s = 1$)

Ba_{boeuf} : facteur de biotransfert pour la viande de bœuf (j/kg frais)

Les paramètres relatifs au bœuf sont les suivants (INERIS⁴¹) :

$Q_{herbe} = 60$ kg frais/j

$Q_s = 0,5$ kg sec/j

Transfert vers le lait

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans le lait est calculée par l'équation suivante :

$$C_{lait} = (Q_{herbe} \cdot C_{herbe} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{lait}$$

Avec :

C_{lait} : concentration dans le lait (mg/kg de lait)

⁴¹ INERIS. Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

Q_{herbe} : quantité totale d'herbe ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)

C_{herbe} : concentration en polluant dans l'herbe ingérée par l'animal (mg/kg)

Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)

C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm

B_s : facteur de biodisponibilité ($B_s = 1$)

Ba_{lait} : facteur de biotransfert pour le lait (j/kg frais)

Les paramètres relatifs à la vache laitière sont les suivants (INERIS⁴¹) :

$Q_{\text{herbe}} = 80$ kg frais/j

$Q_s = 0,64$ kg sec/j

Transfert vers la viande de volaille

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la viande de volaille est calculée par l'équation suivante :

$$C_{\text{volaille}} = (Q_{\text{grain}} \cdot C_{\text{grain}} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{\text{volaille}}$$

Avec :

C_{volaille} : concentration dans la viande de volaille (mg/kg de viande fraîche)

Q_{grain} : quantité totale de grain ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)

C_{grain} : concentration en polluant dans les grains ingérée par l'animal (mg/kg)

Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)

C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm

B_s : facteur de biodisponibilité ($B_s = 1$)

Ba_{volaille} : facteur de biotransfert pour la viande de volaille (j/kg frais)

Les paramètres relatifs aux volailles sont les suivants (INERIS⁴¹) :

$Q_{\text{grain}} = 0,2$ kg frais/j

$Q_s = 0,02$ kg sec/j

Transfert vers les œufs

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans les œufs est calculée par l'équation suivante :

$$C_{\text{oeuf}} = (Q_{\text{grain}} \cdot C_{\text{grain}} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{\text{oeuf}}$$

Avec :

C_{oeuf} : concentration dans les œufs (mg/kg frais)

Q_{grain} : quantité totale de grain ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)

C_{grain} : concentration en polluant dans les grains ingérés par l'animal (mg/kg)

Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)

C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm

B_s : facteur de biodisponibilité ($B_s = 1$)

Ba_{oeuf} : facteur de biotransfert pour les œufs (j/kg frais)

Les paramètres relatifs aux volailles sont les suivants (INERIS⁴¹) :

$Q_{\text{grain}} = 0,2 \text{ kg frais/j}$

$Q_s = 0,02 \text{ kg sec/j}$

Annexe 6 : Résultats par tranche d'âge des Doses Journalières d'Exposition par ingestion liées au rejets atmosphériques

Classe d'âge	Apport par ingestion	Unité	Cadmium	Méthylmercure	mercure inorganique	Nickel	2,3,7,8 dioxines	Benzo(a)pyrène	Naphtalène
Classe 1 : de 0 à 1 an	de sol	mg/kg/j	2.0E-13	4.0E-09	2.0E-07	8.8E-11	2.0E-13	1.5E-10	4.4E-09
	de végétaux	mg/kg/j	7.0E-13	1.6E-07	1.1E-05	7.4E-10	3.0E-13	4.4E-10	3.0E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	2.2E-14	1.4E-08	0.0E+00	9.5E-10	5.1E-12	1.0E-09	1.1E-07
	de lait maternel	mg/kg/j	-	-	-	-	-	-	-
	Apport total	mg/kg/j	9.2E-13	1.8E-07	1.1E-05	1.8E-09	5.6E-12	1.6E-09	4.2E-07
Classe 2 : de 1 à 3 ans	de sol	mg/kg/j	2.1E-13	4.1E-09	2.0E-07	9.0E-11	2.1E-13	1.5E-10	4.5E-09
	de végétaux	mg/kg/j	1.3E-12	2.6E-07	1.9E-05	1.4E-09	5.6E-13	8.1E-10	5.3E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	5.9E-14	3.0E-08	0.0E+00	2.3E-09	1.7E-11	2.1E-09	2.3E-07
	Apport total	mg/kg/j	1.5E-12	3.0E-07	2.0E-05	3.9E-09	1.8E-11	3.1E-09	7.6E-07
Classe 3 : de 3 à 6 ans	de sol	mg/kg/j	1.4E-13	2.8E-09	1.4E-07	6.2E-11	1.5E-13	1.1E-10	3.1E-09
	de végétaux	mg/kg/j	8.6E-13	1.5E-07	1.4E-05	8.6E-10	3.4E-13	5.2E-10	3.7E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	6.0E-14	1.7E-08	0.0E+00	1.4E-09	1.1E-11	1.2E-09	1.3E-07
	Apport total	mg/kg/j	1.1E-12	1.7E-07	1.4E-05	2.3E-09	1.1E-11	1.8E-09	5.0E-07
Classe 4 : de 6 à 11 ans	de sol	mg/kg/j	8.9E-14	1.8E-09	8.6E-08	3.9E-11	9.0E-14	6.5E-11	1.9E-09
	de végétaux	mg/kg/j	5.4E-13	9.3E-08	8.7E-06	5.7E-10	2.2E-13	3.3E-10	2.3E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	3.7E-14	1.0E-08	0.0E+00	8.7E-10	6.6E-12	7.5E-10	8.1E-08
	Apport total	mg/kg/j	6.7E-13	1.1E-07	8.8E-06	1.5E-09	6.9E-12	1.1E-09	3.1E-07
Classe 5 : de 11 à 15 ans	de sol	mg/kg/j	2.2E-14	4.3E-10	2.1E-08	9.4E-12	2.2E-14	1.6E-11	4.7E-10
	de végétaux	mg/kg/j	3.6E-13	6.5E-08	5.9E-06	3.7E-10	1.4E-13	2.2E-10	1.5E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	3.0E-14	5.7E-09	0.0E+00	5.1E-10	4.0E-12	4.2E-10	4.6E-08
	Apport total	mg/kg/j	4.1E-13	7.1E-08	5.9E-06	8.9E-10	4.2E-12	6.5E-10	2.0E-07
Classe 6 : de 15 à 18 ans	de sol	mg/kg/j	1.7E-14	3.4E-10	1.7E-08	7.4E-12	1.7E-14	1.2E-11	3.7E-10
	de végétaux	mg/kg/j	2.8E-13	5.2E-08	4.7E-06	2.9E-10	1.1E-13	1.7E-10	1.2E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	2.6E-14	4.1E-09	0.0E+00	4.0E-10	3.4E-12	3.0E-10	3.3E-08
	Apport total	mg/kg/j	3.3E-13	5.6E-08	4.7E-06	7.0E-10	3.5E-12	4.9E-10	1.6E-07
Classe 7 : les plus de 18 ans	de sol	mg/kg/j	1.5E-14	2.9E-10	1.4E-08	6.3E-12	1.5E-14	1.1E-11	3.1E-10
	de végétaux	mg/kg/j	3.8E-13	6.1E-08	5.9E-06	4.4E-10	1.6E-13	2.4E-10	1.6E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	2.8E-14	3.5E-09	0.0E+00	4.0E-10	3.8E-12	2.6E-10	2.9E-08
	Apport total	mg/kg/j	4.3E-13	6.5E-08	5.9E-06	8.4E-10	4.0E-12	5.1E-10	1.9E-07
DJE pondérée sur 50 ans	de sol	mg/kg/j	3.0E-14	5.9E-10	2.9E-08	1.3E-11	3.0E-14	2.2E-11	6.5E-10
	de végétaux	mg/kg/j	7.0E-13	1.6E-07	1.1E-05	7.4E-10	3.0E-13	4.4E-10	3.0E-07
	de produits animaux	mg/kg/j	2.2E-14	1.4E-08	0.0E+00	9.5E-10	5.1E-12	1.0E-09	1.1E-07
	Apport total	mg/kg/j	3.4E-13	5.8E-08	4.7E-06	7.4E-10	3.6E-12	5.6E-10	1.6E-07