

Volet sanitaire (IEM et EQRS) de la future UVE de Limoges



Pour :
SOVAL
3 Avenue des Mondaults
33270 FLOIRAC
Projet Limoges Métropole

Rapport n°IND_2506040_R1_V3

N° de version	Rédaction	Relecture	Validation
3	Orianne ALBANO	Christophe VIENNE	Olivia LLONGARIO
	06/03/2026		

contact@ispira.fr

Siège social : Campus D – 595 rue Pierre Berthier - 13290 Aix-en-Provence - 04 13 41 98 72
Agence IDF : EQUINOX – 19 – 23 allées de l'Europe - 92110 Clichy - 01 80 88 98 54

Table des matières

1	Contexte	7
2	Textes de référence	9
3	Caractérisation des émissions de la future UVE	10
3.1	Présentation du site.....	10
3.2	Description des activités du site	10
3.3	Caractérisation des principaux rejets à l'atmosphère et inventaire des émissions .	11
3.3.1	Localisation et caractéristiques des sources de la future UVE	11
3.3.2	Estimation des émissions	13
3.4	Effluents aqueux du site	18
4	Description de l'environnement du site et des enjeux associés.....	19
4.1	Définition du domaine d'étude.....	19
4.2	Contexte populationnel.....	19
4.2.1	Population présente sur le domaine d'étude y compris les populations dites sensibles	19
4.2.2	Répartition du tissu urbain sur le domaine d'étude	20
4.2.3	Etablissements recevant du public (sensible) (ERP)	22
4.3	Contexte industriel et environnemental	24
4.3.1	ICPE	24
4.3.2	Réseau routier	25
4.3.3	Usages des sols	26
4.3.4	Topographie et météorologie sur la zone	26
4.4	Sélection des substances d'intérêt	28
4.5	Schéma conceptuel d'exposition	29
4.5.1	Les sources de danger	29
4.5.2	Milieus et vecteur de transfert	29
4.5.3	Voie d'exposition et cibles	29
4.5.4	Synthèse de l'élaboration du schéma conceptuel	30
5	Evaluation de l'état des milieux	32
5.1	Méthodologie.....	32
5.2	Caractérisation de l'état des milieux	33
5.2.1	Substances et milieux pertinents.....	33
5.2.2	Données environnementales disponibles sur la zone	34

5.2.3	Synthèse des données disponibles.....	38
5.2.4	Campagne de mesures complémentaires de caractérisation des milieux	39
5.3	Evaluation de la dégradation locale des milieux	44
5.4	Evaluation de la compatibilité des milieux	50
5.4.1	Comparaison aux valeurs de gestion.....	50
5.4.2	Quantification des risques	51
5.4.3	Synthèse sur l'IEM	52
6	Evaluation Quantitative des Risques sanitaires	53
6.1	Identifications des dangers et des relations dose-réponses	53
6.1.1	Identification des dangers.....	53
6.1.2	Relation dose-réponse.....	53
6.1.3	Autres valeurs de comparaison	56
6.2	Quantification des expositions.....	56
6.2.1	Modélisation de la dispersion atmosphérique.....	56
6.2.2	Estimation des doses d'exposition	65
6.3	Caractérisation des risques sanitaires.....	69
6.3.1	Méthode de calculs	69
6.3.2	Calculs des risques	71
6.4	Cas spécifique des substances ne disposant pas de VTR	76
7	Analyses des incertitudes	77
7.1	Caractérisation des émissions atmosphériques	77
7.2	Modélisation des transferts	77
7.2.1	Concentrations atmosphériques.....	77
7.3	Scenarii d'exposition.....	78
7.4	Valeurs toxicologiques de référence et choix des traceurs de risques	78
8	Conclusion	80
9	Annexes.....	82
9.1	Annexe 1 : Estimation des émissions.....	83
9.1.1	Estimations des émissions liées au rejet de l'UVE.....	83
9.1.2	Estimations des émissions atmosphériques liées aux poids lourds	86
9.2	Annexe 2 : Méthodologie de prélèvements	87
9.3	Annexe 3 : Rapports d'analyses des laboratoires	89
9.4	Annexe 4 : Synthèse des résultats de la campagne de mesures.....	90

9.5	Annexe 5 : Synthèse des résultats de la surveillance environnementale du site menée par Atmo Aquitaine - métaux.....	94
9.6	Annexe 6 : Données toxicologiques	95
9.7	Annexe 7 : Paramètres d'exposition.....	97
9.8	Annexe 8 : Dose d'exposition – scénario 1	102
9.9	Annexe 9 : calculs de risque	107

Table des figures

Figure 1 : Localisation des installations actuelles et futures.....	7
Figure 2 : Localisation du site d'étude	10
Figure 3 : Localisation des rejets	12
Figure 4 : Circuit des poids lourds sur site.....	13
Figure 5 : Domaine d'étude pris en compte.....	19
Figure 6 : Répartition des individus par classe d'âge.....	20
Figure 7 : Bâtiments résidentiels du domaine d'étude.....	21
Figure 8 : ERP du domaine d'étude.....	22
Figure 9 : Localisation des ICPE présentes sur le domaine d'étude.....	24
Figure 10 : Réseau routier à proximité immédiate du site.....	25
Figure 11 : Occupation des sols de la zone d'étude (Corin Land Cover Database 2018).....	26
Figure 12 : Topographie présente sur le domaine d'étude	27
Figure 13 : Rose des vents décennale – Météo-France de Limoges-Bellegarde.....	27
Figure 14 : Schéma conceptuel d'exposition	31
Figure 15 : Méthodologie de l'IEM (source : Ineris 2021).....	32
Figure 16 : Emplacement des 3 stations Atmo retenues.....	34
Figure 17 : Surveillance environnementale du site actuel (source : Atmo Nouvelle-Aquitaine).....	36
Figure 18 : Implantation des points de mesures air et sol.....	39
Figure 19 : Température et précipitation lors de la campagne de mesures (graphique du haut : station Météo France de Limoges-Bellegarde, graphique du bas : station météo placée sur le site de l'UVE).....	41
Figure 20 : Rose des vents durant la campagne de mesure (du 05/11 au 20/11) – à gauche : rose des vents de la station Limoges-Bellegarde, à droite : rose des vents de la station UVE	42
Figure 21 : Rose des vents décennale (2022 – 2024).....	42
Figure 22 : Coefficients de rugosité sur le domaine d'étude	57
Figure 23 : Récepteurs pris en compte dans la modélisation	58
Figure 24 : Rose des vents 2022 - 2024.....	59
Figure 25 : Concentrations en NO ₂ sur le domaine d'étude (µg/m ³)	60
Figure 26 : Concentrations en PM ₁₀ sur le domaine d'étude (µg/m ³)	61
Figure 27 : Dépôts des dioxines-furanes sur le domaine d'étude (µg/m ² /s).....	61

Table des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des rejets considérés	11
Tableau 2 : Circulation des véhicules lourds sur site.....	12
Tableau 3 : Concentrations retenues pour les substances gazeuses et flux horaire – scénario 1.....	14
Tableau 4 : Répartition des métaux.....	15

Tableau 5 : Emissions annuelles liées aux poids lourds	16
Tableau 6 : Emissions annuelles maximales (en kg/an) liées au futur site – scenario 1	17
Tableau 7 : Emissions annuelles maximales liées au futur site – scenario 2	18
Tableau 8 : Répartition de la population par tranche d'âge et par commune (INSEE 2022)	20
Tableau 9 : Effectifs et types d'occupations des communes (INSEE 2022)	21
Tableau 10 : ERP et équipements les plus proches	23
Tableau 11 : Caractéristiques des établissements classés ICPE recensés dans la zone d'étude	24
Tableau 12 : Substances d'intérêt retenues	28
Tableau 13 : Description des scénarii d'exposition – source : INERIS	29
Tableau 14 : Voies d'exposition retenues	30
Tableau 15 : Substances et milieux à investiguer	33
Tableau 16 : concentration en PM ₁₀ sur la zone d'étude – Atmo Nouvelle-Aquitaine	35
Tableau 17 : concentration en PM _{2,5} sur la zone d'étude – Atmo Nouvelle-Aquitaine	35
Tableau 18 : concentration en NO ₂ sur la zone d'étude – Atmo Nouvelle-Aquitaine	35
Tableau 19 : concentration en métaux et dioxines-furanes au niveau du point SEHV	37
Tableau 20 : concentration des dioxines-furanes dans le lait du mas Levrault	38
Tableau 21 : concentration des dioxines-furanes dans le miel produit sur site	38
Tableau 22 : concentration des dioxines-furanes dans les choux	38
Tableau 23 : Descriptif des points de mesures	39
Tableau 24 : Exposition des points aux émissions du site actuel lors de la campagne de mesure	43
Tableau 25 : Concentrations dans l'air pour les substances non retenues comme substances d'intérêt – substances gazeuses	43
Tableau 26 : Concentrations dans l'air pour les substances non retenues comme substances d'intérêt – substances particulaires	44
Tableau 27 : Concentrations dans les sols pour les substances non retenues comme substances d'intérêt – métaux	44
Tableau 28 : Concentrations par point de mesure - milieu Air – substances gazeuses	45
Tableau 29 : Concentrations de PM ₁₀ et PM _{2,5} retrouvées sur NEMO et Partisol – Milieu Air	46
Tableau 30 : Concentrations de métaux par points de mesure - milieu Air	47
Tableau 31 : Concentration en métaux par point de mesure - milieu sol	48
Tableau 32 : Concentration en dioxines-furanes par point de mesure - milieu Sol	49
Tableau 33 : concentration des dioxines-furanes dans les choux	49
Tableau 34 : concentration des dioxines-furanes dans le miel produit sur site	49
Tableau 35 : Comparaison des concentrations mesurées aux valeurs de gestion	50
Tableau 36 : Valeur de référence retenue pour les dioxines-furanes dans les denrées alimentaires	51
Tableau 37 : Tableau d'interprétation de l'IEM (source : Guide Ineris 2021)	51
Tableau 38 : Quantification des risques pour les substances sans valeur de gestion - Effets à seuil – voie inhalation	51
Tableau 39 : Substances gazeuses et particulaires prises en compte et VTR associées (voie par inhalation)	55
Tableau 40 : Substances métalliques / dioxines-furanes prises en compte et VTR associées (voie par ingestion)	55
Tableau 41 : Synthèse des valeurs de gestion disponibles pour les traceurs d'émissions	56
Tableau 42 : Récepteurs pris en compte dans la modélisation	57
Tableau 43 : Répartition des classes de vents à la station de Limoges-Bellegarde de 2022 à 2024	59
Tableau 44 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des substances gazeuses et des particules au niveau des récepteurs retenus (µg/m ³) – scenario 1	62

Tableau 45 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des métaux et des dioxines-furanes au niveau des récepteurs retenus (ng/m ³) – scenario 1	62
Tableau 46 : Dépôts moyens annuels modélisés des traceurs de risques particuliers au niveau des récepteurs retenus – scenario 1	62
Tableau 47 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des substances gazeuses et des particules au niveau des récepteurs retenus (µg/m ³) – scenario 2	63
Tableau 48 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des métaux et des dioxines-furanes au niveau des récepteurs retenus (ng/m ³) – scenario 2	64
Tableau 49 : Dépôts moyens annuels modélisés des traceurs de risques particuliers au niveau des récepteurs retenus – scenario 2	64
Tableau 50 : Construction des scénarios retenus	66
Tableau 51 : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques à seuil– voie inhalation – scenario 1	66
Tableau 52 : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques sans seuil – scenario 1	67
Tableau 53 : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques à seuil– voie inhalation – scenario 2	67
Tableau 54 : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques sans seuil – scenario 2	67
Tableau 55 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques à seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion -scenario 1	68
Tableau 56 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques sans seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion – scenario 1	68
Tableau 57 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques à seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion – scenario 2	68
Tableau 58 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques sans seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion – scenario 2	69
Tableau 59 : Quotient de danger – inhalation – scenario 1	71
Tableau 60 : Quotient de danger – inhalation – scenario 2	71
Tableau 61 : Quotient de danger – Ingestion – scenario 1	72
Tableau 62 : Quotient de danger – Ingestion – scenario 2	72
Tableau 63 : ERI pour les récepteurs les plus impactés – voie inhalation – scenario 1	73
Tableau 64 : ERI pour les récepteurs les plus impactés – voie inhalation – scenario 2	73
Tableau 65 : Excès de risque vie entière (ELR) pour la voie inhalation au niveau du récepteur le plus impacté	74
Tableau 66 : Excès de risque individuel par ingestion – scenario 1	74
Tableau 67 : Excès de risque individuel par ingestion – scenario 2	75
Tableau 68 : Excès de risque individuel global – toute voie confondue – scenario 1	75
Tableau 69 : Excès de risque individuel global – toute voie confondue – scenario 2	75
Tableau 70 : Comparaison des concentrations maximales modélisées hors site par rapport aux valeurs guide – scenario 1	76
Tableau 71 : Comparaison des concentrations maximales modélisées hors site par rapport aux valeurs guide – scenario 2	76
Tableau 72 : Caractéristiques techniques du capteur NEMO	87

1 Contexte

Dans le cadre de la construction et la mise en service d'une nouvelle Unité de Valorisation Énergétique (UVE) de Limoges (87), SOVAL a mandaté ISPIRA pour la réalisation du volet sanitaire du projet de Limoges Métropole. Les nouvelles installations seront implantées à proximité des installations actuelles qui seront arrêtées après la mise en service de la nouvelle UVE, comme présenté sur la figure ci-après.

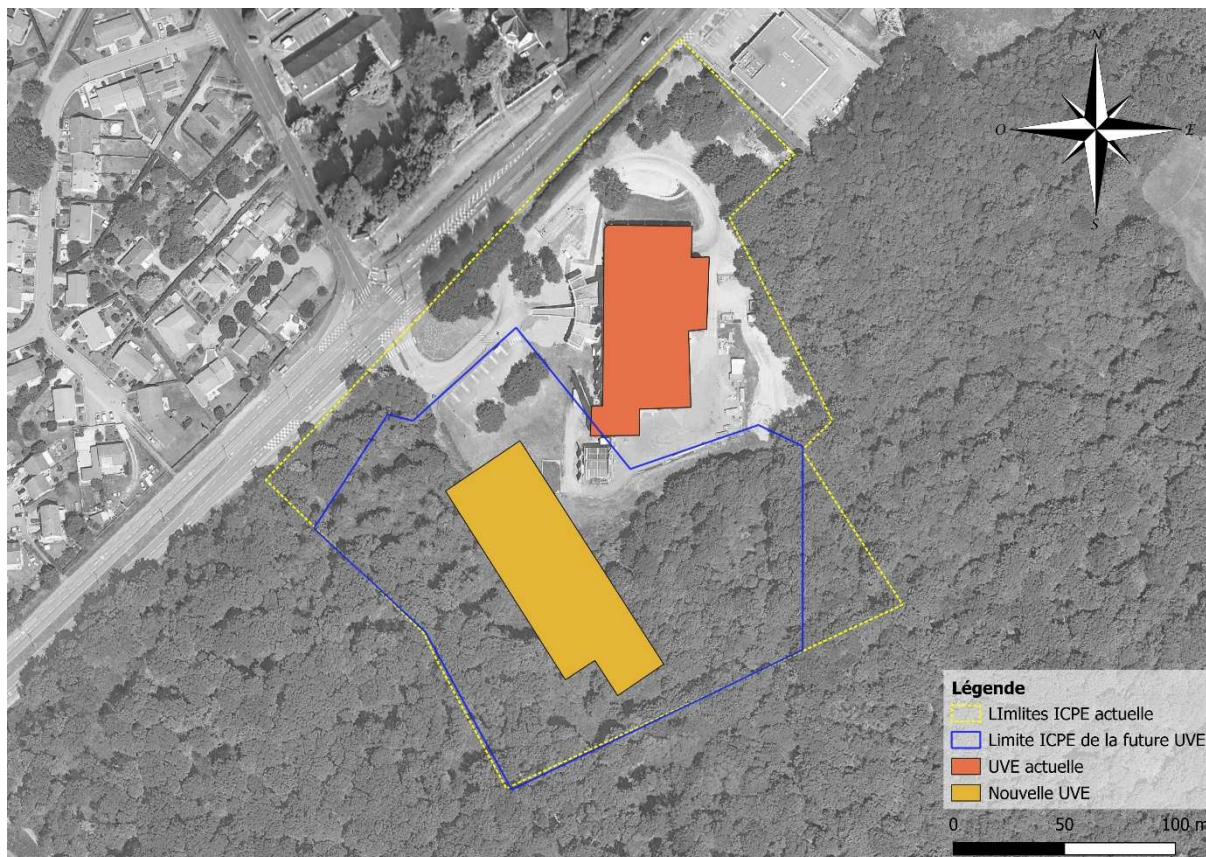


Figure 1 : Localisation des installations actuelles et futures

La démarche mise en œuvre est conforme à celle proposée dans le guide méthodologique de l'INERIS¹ et se décompose en 4 phases principales (en gras) décrites ci-après :

1. **Phase 1 : Caractérisation des émissions.** Cette phase a pour objectif d'identifier l'ensemble des sources d'émissions du site ainsi que les substances associées.
2. **Phase 2 : Description des enjeux et voies d'exposition.** Le but de cette phase est de caractériser les populations et les usages présents autour du site afin de définir les milieux d'exposition. Elle permettra d'aboutir à la définition du schéma d'exposition reflétant les liens entre sources d'émission, milieux, usages et populations.
3. **Phase 3 : Evaluation de l'Etat des Milieux (IEM).** L'objectif de cette phase est de déterminer si l'état actuel des milieux est compatible avec les usages et apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation.
4. **Phase 4 : Evaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).** Son objectif est de décrire et de quantifier les risques sanitaires consécutifs à l'exposition de personnes aux substances

¹ Ineris : « Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » - septembre 2021

émises par le site. Il s'agit d'une évaluation prospective qui apporte des éléments de prédiction des risques sur la base d'hypothèses d'émissions et d'exposition.

Conformément aux préconisations du guide méthodologique de l'INERIS, l'étude a été conduite en respectant le :

- Principe de spécificité,
- Principe de prudence scientifique,
- Principe de proportionnalité,
- Principe de transparence.

Cette étude s'intéresse à l'évaluation des risques sanitaires liés à un fonctionnement normal des installations représentatif des émissions moyennes annuelles du futur site. Il s'agira donc d'étudier les risques chroniques associés à une exposition des populations à long terme (supérieure à un an). Cette étude ne s'intéresse qu'à l'impact sanitaire en dehors des limites de propriétés du site.

2 Textes de référence

L'étude réalisée est conforme aux textes de référence et guides suivants (cette liste n'étant pas exhaustive) :

- Ineris : « Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » de septembre 2021 ;
- Ineris : « Surveillance dans l'air autour des installations classées - retombées des émissions atmosphériques - Impact des activités humaines sur les milieux et la santé » de Décembre 2021 ;
- Ineris: Bilan des choix de VTR disponibles sur le portail des substances chimiques de Mise à jour à fin 2022 ;
- Le guide du MEDD, 2007 - La démarche d'Interprétation d'Etat des Milieux ;
- InVS : Analyse du volet sanitaire des études d'impact, 2000 ;
- La circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation ;
- Note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués ;
- ASTEE : Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M de novembre 2003 ;
- Arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature de installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

3 Caractérisation des émissions de la future UVE

Dans le cadre de ce projet, les rejets atmosphériques de l'UVE actuelle seront remplacés par ceux de la nouvelle UVE.

3.1 Présentation du site

Situé dans le département de la Haute-Vienne (87), le site d'étude est localisé la commune de Limoges (87280), situé au nord du centre-ville.

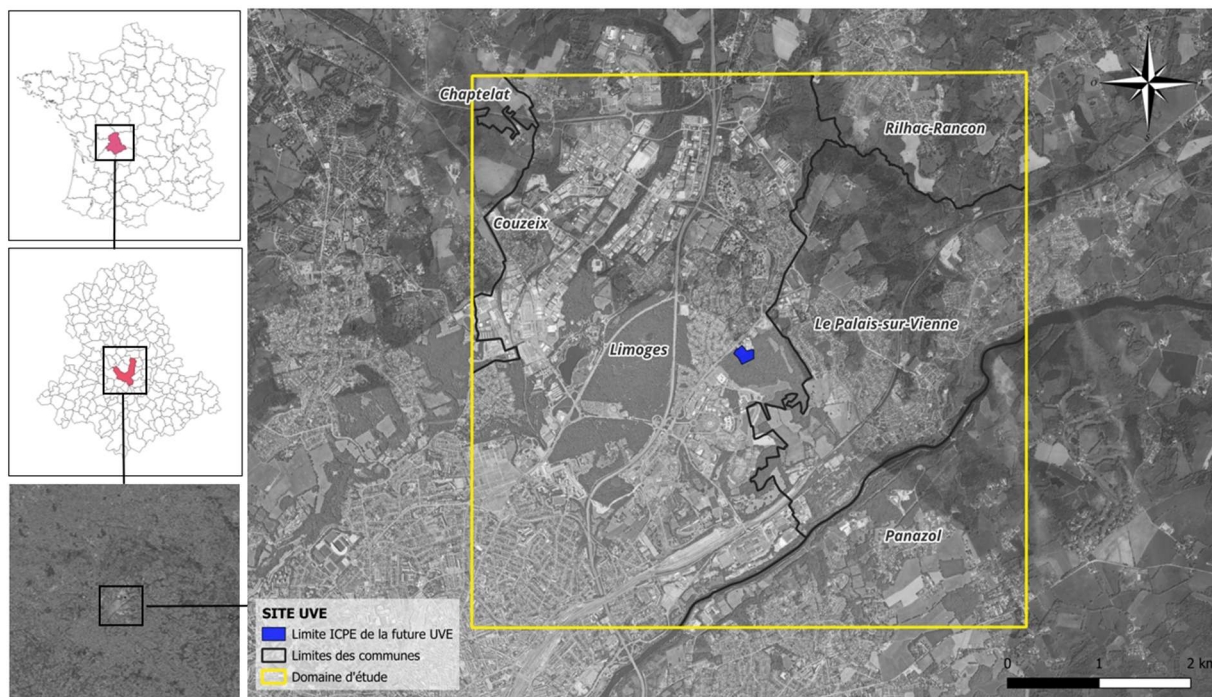
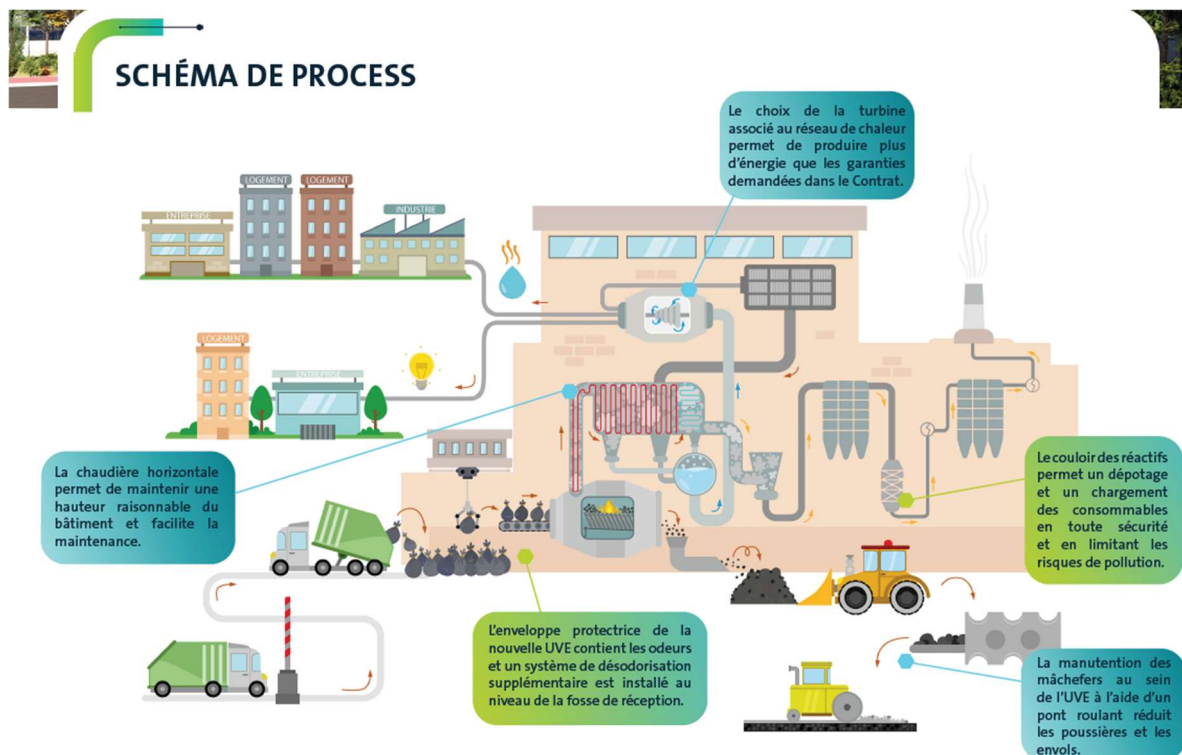


Figure 2 : Localisation du site d'étude

La future installation sera construite en contrebas de l'UVE existante.

3.2 Description des activités du site

Le principe de fonctionnement d'une UVE est présenté sur la figure ci-après :



Une UVE est une installation qui permet de produire de l'électricité et de la vapeur par l'incinération de déchets non dangereux. La production de ces deux énergies est possible grâce aux gaz de combustion chauds issus de cette incinération.

Ces gaz de combustion subissent différents traitements avant leur rejet à l'atmosphère. Ces différentes étapes de traitement permettent d'éliminer la majorité des substances présentes.

3.3 Caractérisation des principaux rejets à l'atmosphère et inventaire des émissions

Les paragraphes ci-après présentent les caractéristiques et les émissions de la future UVE.

3.3.1 Localisation et caractéristiques des sources de la future UVE

3.3.1.1 Rejet canalisé

Les rejets atmosphériques du futur site sont liés à la ligne d'incinération et à la l'unité de traitement de l'air de la fosse lorsque le four est à l'arrêt. Ce système de traitement permet de traiter l'air extrait de la fosse de réception des déchets. En effet, lorsque le four est en fonctionnement, l'air extrait de la fosse sert d'air de combustion. Les caractéristiques des rejets sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Caractéristiques des rejets considérés

Source	Débit (Nm ³ /h)	Vitesse d'éjection (m/s)	Diamètre (m)	Hauteur rejet (m)	T(°C)
Rejet four	77 000*	12	1,4	43	125
Rejet système de désodorisation	23 295	2	2.1	34	Ambiant

*Débit maximal humide de l'installation

La localisation des rejets canalisés de la nouvelle installation est présentée sur la figure ci-dessous :

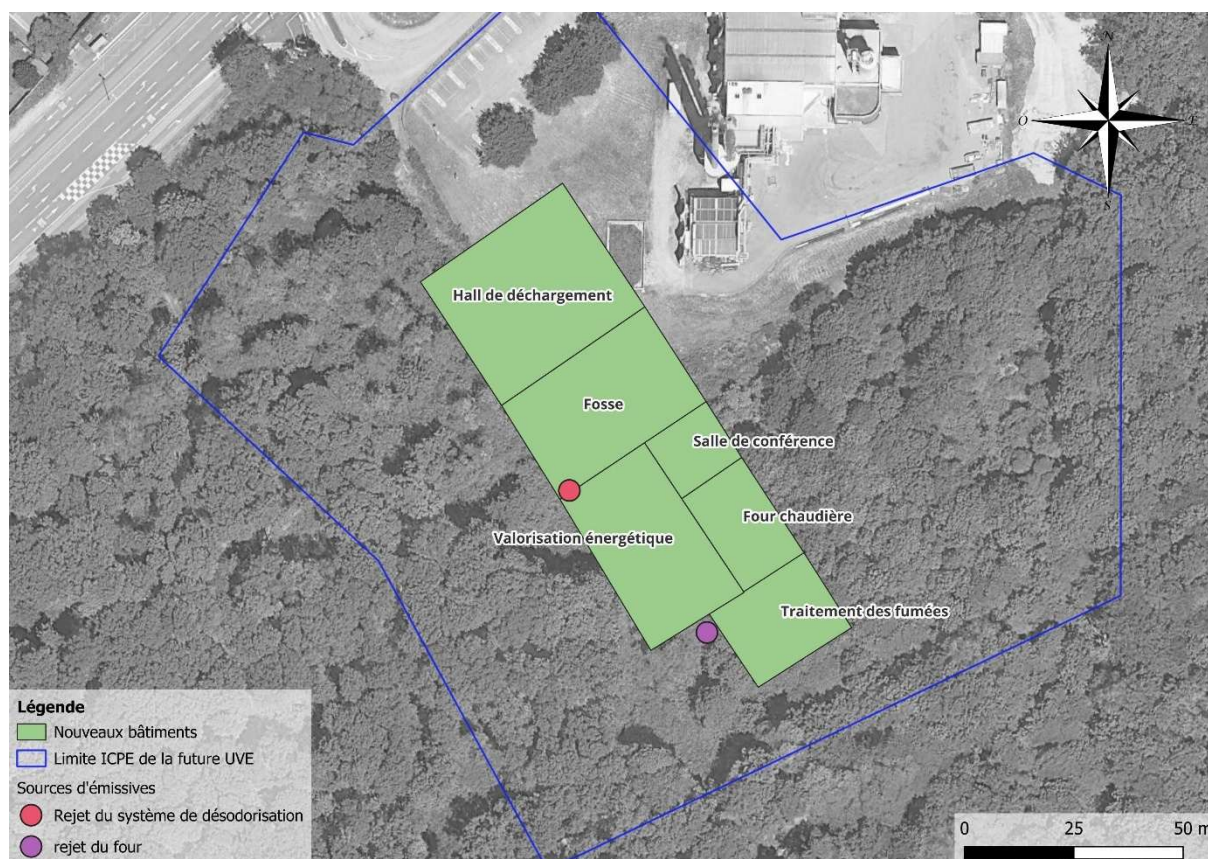


Figure 3 : Localisation des rejets

Le nombre d'heures de fonctionnement du four et du système de désodorisation sont respectivement de 8380 et 1500 heures/an.

3.3.1.2 Rejets diffus

Le fonctionnement du futur site nécessitera la circulation de véhicules lourds sur le site, utilisés à la fois pour l'acheminement des déchets ménagers et des produits chimiques nécessaires aux installations, ainsi que pour l'évacuation des mâchefers générés sur place.

Les informations relatives à la circulation des véhicules lourds sur site sont reprises ci-dessous :

Tableau 2 : Circulation des véhicules lourds sur site

	Nb de véhicules lourds par an	Type de véhicules
Hall déchargement (BOM, FMA, Ampiroil, utilitaires)	14 416	Camions bennes, semi-remorques, camions pompiers...)
Voirie Desserte interne (récupération mâchefers, apports réactifs, évacuation refioms)	866	Camions bennes

Le circuit des poids lourds est présenté sur la figure ci-dessous :

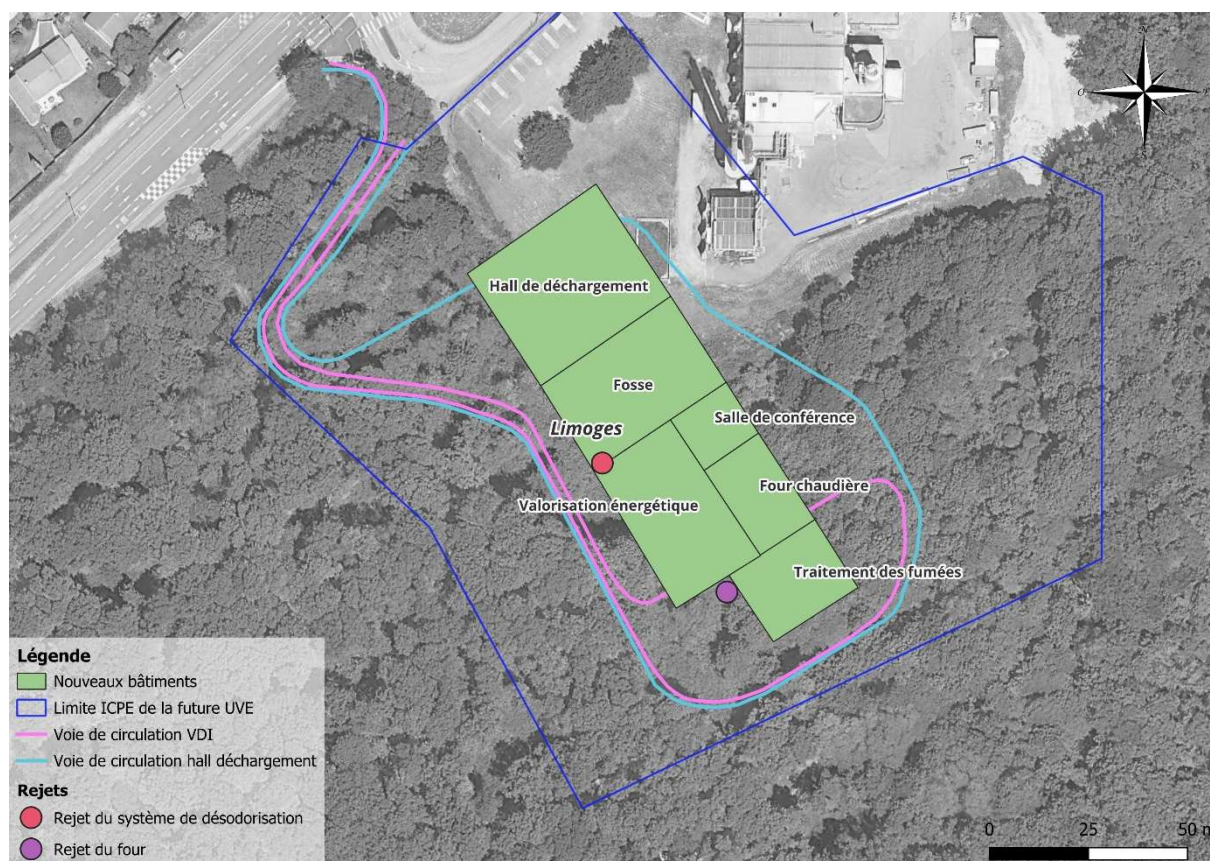


Figure 4 : Circuit des poids lourds sur site

Deux itinéraires possibles ont été identifiés : le premier menant au hall de déchargement et le deuxième étant une voie de desserte interne. La voie de desserte interne permet les déchargements des bennes et la récupération des résidus. Au total, les poids lourds circulant sur le site parcourent une distance d'environ 430 m.

3.3.2 Estimation des émissions

3.3.2.1 Rejets canalisés

Rejet de l'UVE :

L'estimation des émissions du rejet du four de la nouvelle UVE a été réalisée sur la base des hypothèses suivantes :

- Les caractéristiques des sources présentées ci-avant,
- Les concentrations limites à l'émission pour les lignes d'incinération fournies par SOVAL et qui correspondent aux engagements de ce dernier. Ces valeurs correspondent au seuil bas des BREFs et sont plus contraignantes que les valeurs limites imposées par l'arrêté du 12 janvier 2021 relatifs aux meilleures techniques disponibles applicables aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets.
- Les concentrations sur lesquelles s'engagent le constructeur pour le système de traitement de l'air de la fosse.

Ces périodes autres que les périodes normales de fonctionnement, qui sont susceptibles de se produire sont appelées « périodes OTNOC » (Other Than Normal Operating Conditions) ».

Ces conditions opératoires temporaires peuvent être observées lors des conditions de démarrage ou d'arrêt, lors de fuites, passes, dysfonctionnements, arrêts momentanés, mise au point d'une installation, d'entretiens réguliers, d'autres conditions exceptionnelles, etc... Réglementairement, la durée cumulée des OTNOC ne peut pas dépasser 250 h/an conformément à l'arrêté du 12 janvier 2021.

Ainsi en accord avec VEOLIA, ISPIRA a intégré dans cette étude deux scénarii :

- Scénario 1 « Fonctionnement réaliste maximal » : Correspond au fonctionnement normal du site avec la prise en compte des périodes OTNOC. Ainsi les flux annuels seront calculés à partir des seuils bas des Brefs associés aux activités du site pendant les périodes « normales » de fonctionnement (NOC) et à partir des VLE de l'arrêté du 20 septembre 2002 (Annexe 1) pour les périodes OTNOC. Les émissions en période OTNOC seront donc considérées sur une durée de 250 heures sur l'année (seuil respecté sur les installations de VEOLIA), le reste de l'année présentant un fonctionnement « normal » (NOC). Soit une durée de fonctionnement annuel de 8380 h réparti en 8130 heures de période NOC et 250 h de période OTNOC.
- Scénario 2 « fonctionnement majorant » : Les flux annuels sont calculés à partir des VLE de l'arrêté du 20 septembre 2002 sur une durée de 8 380 heures par an.

Le tableau suivant présente les VLE retenues pour chaque scénario :

Tableau 3 : Concentrations retenues pour les substances gazeuses et flux horaire – scénario 1

Substances	Rejet UVE - Concentration (mg/Nm ³)	
	Seuil bas Bref	Arrêté du 20/09/2022
	Fonctionnement NOC – scénario 1	Fonctionnement - OTNOC scénario 1 Fonctionnement continu – scénario 2
COVt	3	10
Monoxyde de carbone (CO)	10	
Dioxyde d'azote (NO ₂)	50	200
Dioxyde de soufre (SO ₂)	5	50
Ammoniac (NH ₃)	2	30
Acide chlorhydrique (HCl)	2	10
Acides fluorhydrique (HF)	0,5	1
Poussières totales	2	10
Cadmium + Thallium (Cd+Tl et composés)	0,005	0,05
Mercure (Hg et composés)	0,005	0,05
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V *	0,01	0,5
Dioxines et furanes (I-TEQ)	0,00000001	0,00000001

L'évaluation des risques sanitaires n'est possible que sur des substances spécifiques et non sur des familles de substances. Les hypothèses retenues pour les familles de composés sont présentées ci-dessous :

Les composés organiques volatils :

Aucune VTR n'est associée aux COV totaux. Aussi, pour évaluer les risques sanitaires pour les riverains associés à cette famille, il est nécessaire de réaliser une spéciation des émissions de cette famille. En l'absence d'informations, une partie du flux sera affecté au benzène : substance usuellement retenue pour représenter cette famille du fait de ses caractéristiques toxiques (considéré comme l'une des substances déclenchant des effets sanitaires à des niveaux les plus bas) et de ses VTR reconnues et robustes.

Ainsi, parmi les 3 mg/Nm³ de COV totaux, 2 mg/Nm³ seront attribuées au benzène (valeur limite pour les composés de l'annexe III de l'arrêté ministériel du 02/02/1998 bien que non applicable car relatif aux émissions de toutes natures des installations classées pour la protection de l'environnement hors incinération notamment).

Les particules :

Pour les particules, la toxicité est fonction de leur taille. Plus elles sont fines, plus leur capacité de pénétration dans l'appareil respiratoire est élevée et plus leurs effets sanitaires sont importants ; à l'inverse, les particules plus grossières présentent généralement une toxicité moindre. En l'absence d'information sur la granulométrie, dans une démarche majorante, l'ensemble des particules émises sera affecté en totalité aux PM₁₀ (particule de granulométrie inférieure à 10 µm, représentant la fraction inhalable) et en totalité aux PM_{2.5} (particule de granulométrie inférieure à 2,5 µm, fraction alvéolaire).

Les métaux :

Enfin pour les métaux, la toxicité est variable en fonction du métal étudié. La concentration limite disponible étant associée à un groupe de métaux différents, une répartition de ces derniers est nécessaire. A partir des rapports de mesures des rejets de l'UVE, une répartition a été retenue. Le tableau suivant présente la répartition retenue. Le détail des calculs est présenté en Annexe 1 : Estimation des émissions p83.

Tableau 4 : Répartition des métaux

Substances		VLE (mg/m ³)	Répartition (%)
Cd/Tl	Cadmium (Cd)	0,005	90,65 %
	Thallium (Tl)		9,35 %
Hg	Mercure (Hg)	0,005	100 %
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	Antimoine (Sb)	0,01	2.53%
	Arsenic (As)		0.18%
	Plomb (Pb)		7.52%
	Chrome (Cr)		11.85%
	Cobalt (Co)		0.22%
	Cuivre (Cu)		9.56%
	Manganèse (Mn)		51.32%
	Nickel (Ni)		16.35%
	Vanadium (V)		0.48%

Les dioxines-furanes :

Pour cette famille de composés, les polychlorodibenzodioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF), il existe un grand nombre de congénères : 75 PCDD et 135 PCDF. Le congénère le plus toxique est la 2, 3, 7, 8 tetrachlorodibenzodioxine (TCDD). Afin de pouvoir caractériser la charge toxique liée aux dioxines, un indicateur a été développé au niveau international, l'équivalent toxique (TEQ). A chaque congénère est ainsi attribué un coefficient de toxicité, qui a été estimé en comparant l'activité du composé à celle de la 2, 3, 7, 8 TCDD. L'équivalent toxique d'un mélange de congénères est obtenu en sommant les teneurs des 17 composés les plus toxiques, multipliées par leurs coefficients de toxicité respectifs².

Le détail des calculs des flux émis est présenté en Annexe 1 : Estimation des émissions p83.

Rejets de la désodorisation :

L'estimation des émissions du rejet du système de désodorisation a été réalisée sur la base des concentrations limites sur lesquelles s'engage le constructeur. Dans une démarche précautionneuse, afin de prendre une marge de sécurité, ces concentrations prévisionnelles ont été multipliées par 2.

Substances	Rejet DESODORISATION	
	Concentration (mg/Nm3)	Flux (g/h)
H ₂ S	0,75	17,5
NH ₃	2,5	58,23
COVt	5	116,5

3.3.2.2 Rejets diffus

Les émissions liées au trafic routier sont estimées sur la base des facteurs d'émissions issus du document du CEREMA³.

Les facteurs d'émissions (FE) retenus pour l'estimation de ces émissions sont présentés en Annexe 1 : Estimation des émissions. Dans une approche majorante, les FE retenus correspondent à ceux affectés à des poids lourds de 32 tonnes et circulant à 12 km/h : vitesse à laquelle les émissions sont les plus importantes.

Pour les Composés Organiques Volatils émis, l'estimation a été réalisée sur la base de l'outil COPERT qui est une référence méthodologique reconnue au niveau européen pour les inventaires d'émissions routières. Le traceur retenu pour cette famille de composés est le benzène, le facteur d'émission est également détaillé en annexe page 83.

Le tableau suivant présente les émissions annuelles liées aux poids lourds.

Tableau 5 : Emissions annuelles liées aux poids lourds

Substances	Flux (kg/an)
NO _x	37,6
Particules	11,0
Benzène (COV)	0.132

² Circulaire du 30/05/97 relative aux dioxines et furanes

³ CEREMA – Emissions routières des polluants atmosphériques – courbes et facteurs d'influence – Avril 2021

Les émissions diffuses liées à la circulation des poids lourds représentent environ 0,1 % des émissions canalisées pour les NOx et moins de 1 % pour les particules, sur une année complète.

3.3.2.3 Estimation des émissions annuelles maximales de la future installation

Les tableaux suivants présentent les émissions annuelles liées à l'ensemble des sources pour les 2 scénarios d'émissions retenus :

Tableau 6 : Emissions annuelles maximales (en kg/an) liées au futur site – scénario 1

Substances	Rejet UVE	Désodorisation	Trafic routier	TOTAL
	Scenario 1			
	Flux (kg/an)			
COVt	2303,6	174,7	-	2478,29
Benzène	1435.78	-	0,132	1435,91
CO	7 178,9	-	-	7178,90
NO _x	39107,0	-	37,8	39144,62
SO _x	4553,2	-	-	4553,20
NH ₃	2035.45	87,4	-	2122,80
HCl	1607,1	-	-	1607,11
HF	369,7	-	-	369,65
H ₂ S		26,2	-	26,21
Poussières/particules	607,1	-	11,00	1608,37
Cd	4.13	-	-	4,13
Tl	0.43	-	-	0,43
Hg	4.55	-	-	35,89
Sb	0.45	-	-	0,45
As	0.03	-	-	0,03
Pb	1.33	-	-	1,33
Cr total	2.09	-	-	2,1
Cr III	1.89			1.89
Cr VI*	0.21	-	-	0,21
Co	0.04	-	-	0,04
Cu	1.69	-	-	1,69
Mn	9.07	-	-	9,07
Ni	2.89	-	-	2,89
V	0.08	-	-	0,08
Dioxines et furanes (I-TEQ)	0.000009	-	-	0,000009

*dans le cadre de cette étude, en approche majorante, il a été considéré que 10 % du chrome total émis est sous la forme de Chrome VI et le reste sous forme de chrome III.

Tableau 7 : Emissions annuelles maximales liées au futur site – scenario 2

Substances	Rejet UVE	Désodorisation	Trafic routier	TOTAL
	Scenario 2			
	Flux (kg/an)			
COVt	7178,90	174,7	-	7353,61
Benzène	1435,78	-	0,132	1435,91
CO	-	-	-	-
NO _x	143577,96	-	37,8	143615,57
SO _x	35894,49	-	-	35894,49
NH ₃	21536,69	87,4	-	21624,05
HCl	7178,90	-	-	7178,90
HF	717,89	-	-	717,89
H ₂ S	-	26,2	-	26,21
Particules	7178,90	-	11,00	7180,15
Cd	32,54	-	-	32,54
Tl	3,36	-	-	3,36
Hg	35,89	-	-	35,89
Sb	9,09	-	-	9,09
As	0,64	-	-	0,64
Pb	27,00	-	-	27,00
Cr total	42,55	-	-	42,55
Cr III	38,29			38,29
Cr VI*	4,25	-	-	4,25
Co	0,78	-	-	0,78
Cu	34,30	-	-	34,30
Mn	184,19	-	-	184,19
Ni	58,68	-	-	58,68
V	1,71	-	-	1,71
Dioxines et furanes (I-TEQ)	0,000072	-	-	0,000072

3.4 Effluents aqueux du site

Les eaux usées process du site sont constituées des jus de fosse (OM, ferrailles, mâchefers...), des eaux de lavage de sol, des purges chaudières et autres eaux souillées. Ces dernières sont collectées, et subissent un traitement avant rejet vers le réseau d'assainissement.

En l'absence de rejet aqueux vers le milieu naturel, ces derniers ne sont pas étudiés dans cette étude.

4 Description de l'environnement du site et des enjeux associés

4.1 Définition du domaine d'étude

Le domaine d'étude correspond à un carré de 6 km de côté centré sur le site (correspondant au rayon d'affichage du site). Les communes présentes sur ce domaine d'étude sont représentées sur la figure suivante. Il prend en compte une faible proportion de l'est de la commune de Chaptelat et Couzeix, le nord de la commune de Panazol, le sud de la commune de Rilhac-Rancon et enfin certains quartiers de Limoges : Beaubreuil, Puy-Ponchet, La Bastide.

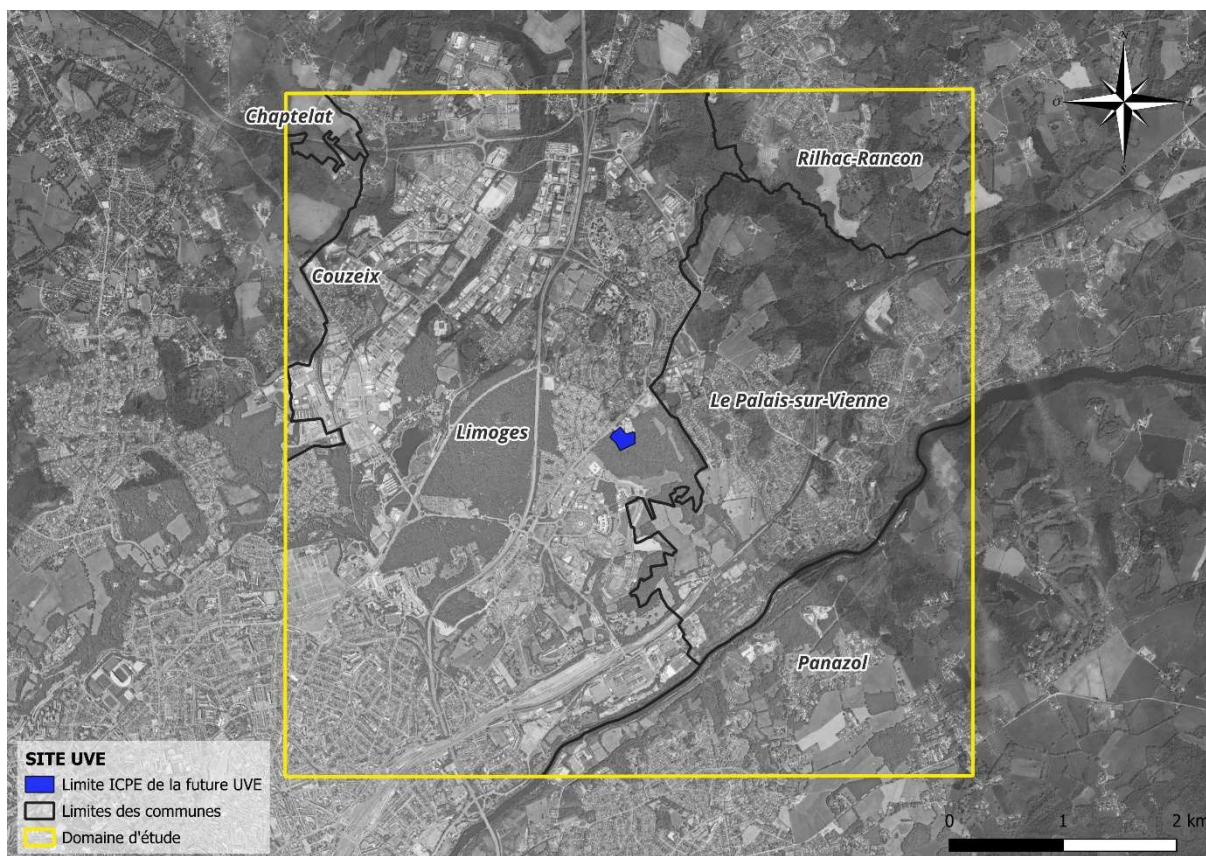


Figure 5 : Domaine d'étude pris en compte

4.2 Contexte populationnel

4.2.1 Population présente sur le domaine d'étude y compris les populations dites sensibles

Le tableau et le graphique suivants présentent la répartition par tranche d'âge et par commune des populations des communes incluses totalement ou partiellement dans le domaine d'étude.

Tableau 8 : Répartition de la population par tranche d'âge et par commune (INSEE 2022)

Commune	0 - 14 ans	15 - 29 ans	30 - 44 ans	45 - 59 ans	60 - 74 ans	> 75 ans	Nombre d'habitants par commune
Limoges	17996	33195	20854	21421	21585	14703	129 754
Chaptelat	393	246	434	466	423	135	2 097
Rilhac-Rançon	764	623	793	1049	995	509	4 733
Le Palais sur Vienne	979	752	926	1109	1285	810	5 861
Couzeix	1774	1451	1680	1992	1849	1265	10 011
Panazol	1688	1296	1684	2215	2368	1955	11 206
Somme par tranche d'âge	23 594	37 563	26 371	28 252	28 505	19 377	163 662

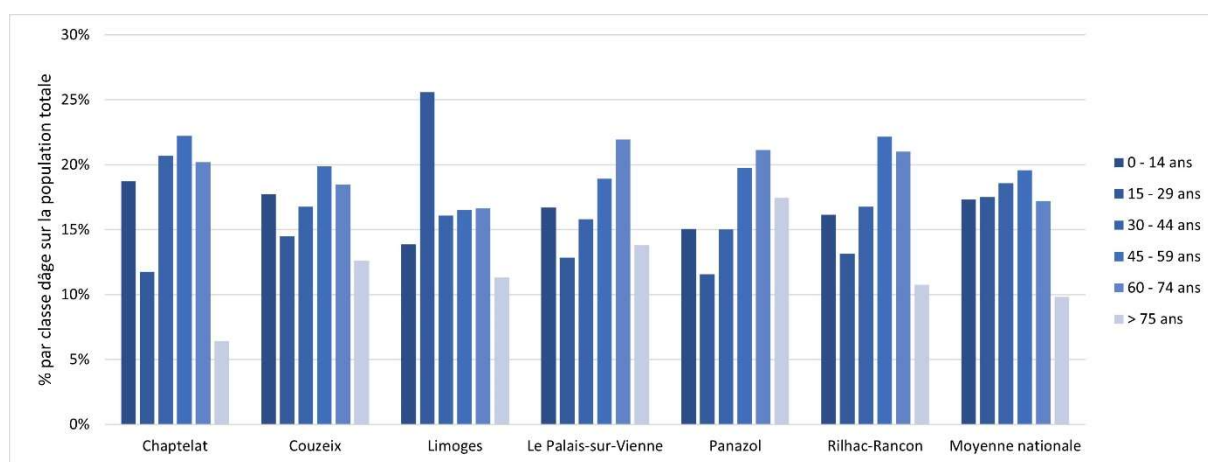


Figure 6 : Répartition des individus par classe d'âge

L'analyse de la répartition par classe d'âge met en exergue les éléments suivants :

- La classe d'âge 15 – 29 est surreprésentée sur la commune de Limoges par rapport à la moyenne nationale, et sous-représentée sur les autres communes étudiées ;
- La classe d'âge des 0 - 14 ans est quant à elle sous-représentée sur la commune de Limoges par rapport aux communes voisines ;
- Et enfin la classe des + de 75 ans est la classe la moins représentée sur Limoges et sur l'ensemble des communes voisines, excepté pour Panazol. Excepté la commune de Chaptelat, ces classes sont sur-représentées par rapport à la moyenne nationale.

4.2.2 Répartition du tissu urbain sur le domaine d'étude

La figure ci-dessous représente la répartition du tissu résidentiel sur la zone d'étude.

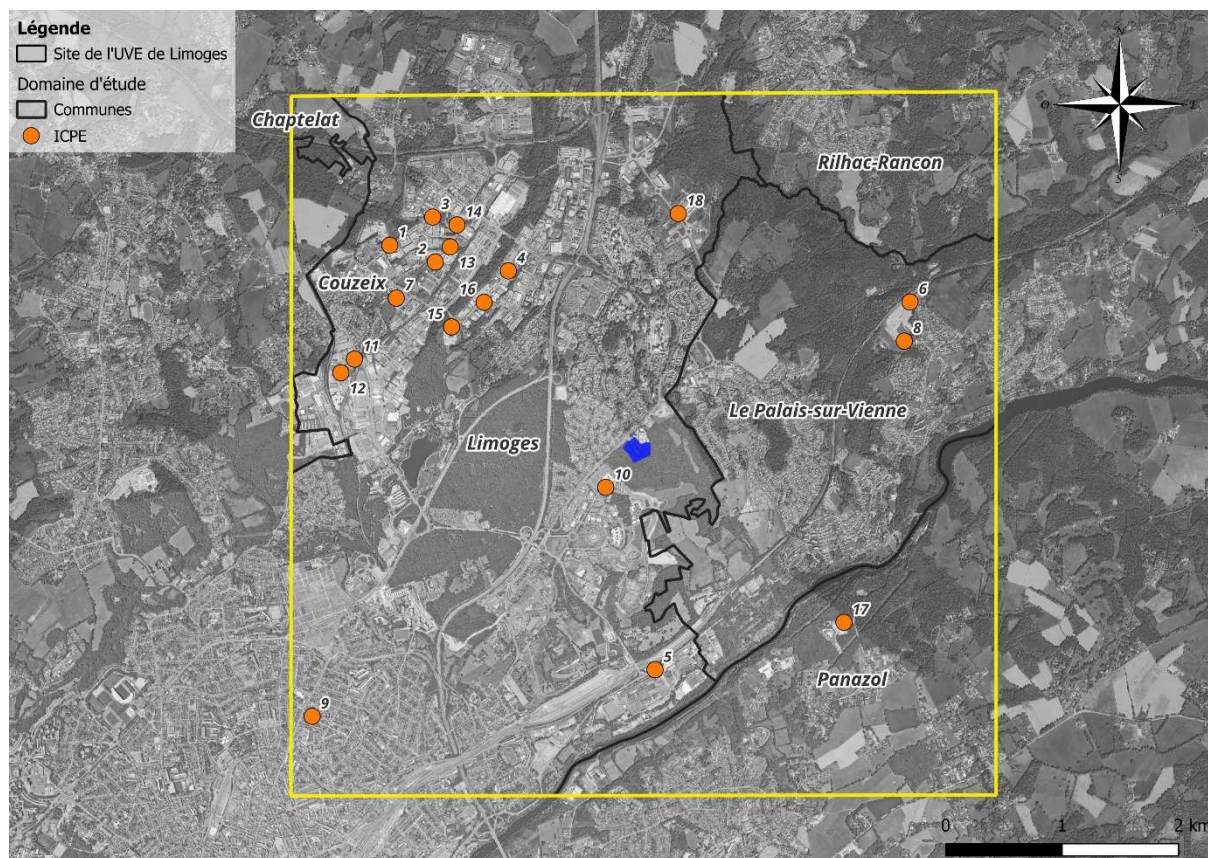


Figure 7 : Bâtiments résidentiels du domaine d'étude

Les habitations sont principalement réparties sur les communes de Limoges (secteur nord/sud-ouest), Le Palais-sur-Vienne (secteur est), Panazol (secteur sud-est). Les habitations les plus proches sont situées en limite de propriété ouest et nord du site alors que la zone située au sud est peu peuplée.

La typologie des logement présents sur la zone d'étude est présentée dans le tableau et les graphiques suivants (données INSEE, 2022) :

Tableau 9 : Effectifs et types d'occupations des communes (INSEE 2022)

Communes	Résidences principales en 2022		Résidences secondaires et logements occasionnels en 2020		Logements vacants en 2021	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Limoges	72 663	89.1%	1 763	2.2%	7 153	8.8%
Chaptelat	880	94.9%	17	1.8%	30	3.2%
Rilhac-Rançon	1 942	95.0%	28	1.4%	75	3.7%
Le Palais sur Vienne	2 579	94.8%	19	0.7%	122	4.5%
Couzeix	4 042	93.7%	34	0.8%	239	5.5%
Panazol	4 961	95.1%	29	0.6%	226	4.3%
Total	87 067	89.9%	1 890	2.0%	7 844	8.1%

D'après l'INSEE, en 2022 les communes sélectionnées comptent 87 067 habitations principales, ce qui correspond à 89.9% du nombre total d'habitations des communes.

4.2.3 Etablissements recevant du public (sensible) (ERP)

La recherche d'établissements pouvant recevoir, compte tenu de leur âge ou de leur état de santé (crèches, écoles, centres médicaux, hôpitaux, maison de retraite), des populations dites sensibles, a abouti à l'identification de plusieurs dizaines d'établissements.

Dans le domaine d'étude, il a été dénombré 23 ERP, ils sont localisés sur la figure suivante :

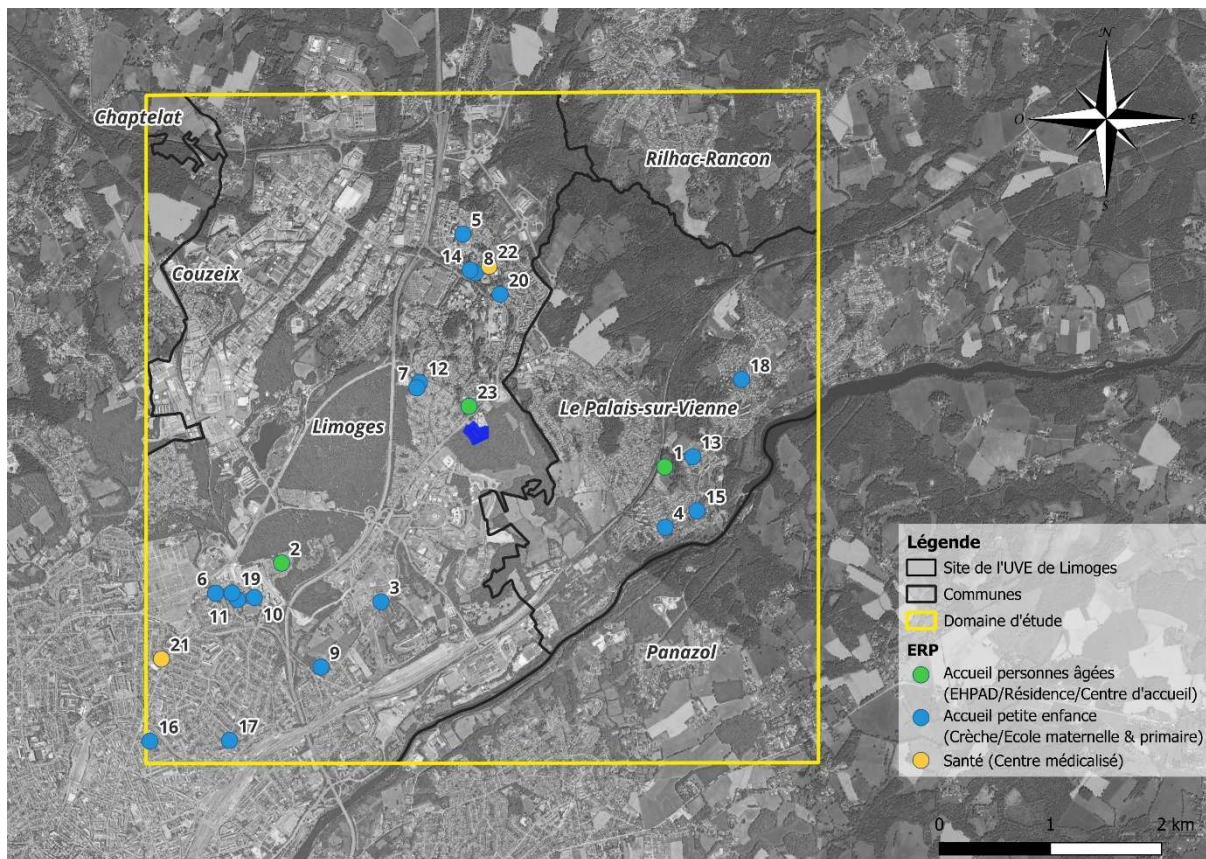


Figure 8 : ERP du domaine d'étude

Les ERP les plus proches des limites du projet sont les écoles élémentaire et maternelle du groupe scolaire Les Homérides situées au nord-ouest du site ainsi que le centre social situé au nord-ouest du site.

Tableau 10 : ERP et équipements les plus proches

ID	Dénomination	Classe	Type	Distance (m)
1	Résidence Puy Martin	Accueil personnes âgées	Résidence Séniors	1586
2	EHPAD Marcel Faure	Accueil personnes âgées	EHPAD	2236
3	Crèche interentreprise	Accueil petite enfance	Crèche	1837
4	Crèche les petits pirates	Accueil petite enfance	Crèche	1836
5	Mouflets de Beaubreuil	Accueil petite enfance	Crèche	1565
6	Crèche municipale La Bastide	Accueil petite enfance	Crèche	2882
7	Ecole maternelle les Homérides	Accueil petite enfance	Ecole maternelle	560
8	Ecole maternelle Gérard Philippe	Accueil petite enfance	Ecole maternelle	1212
9	Ecole maternelle le Mas neuf	Accueil petite enfance	Ecole maternelle	2624
10	Ecole maternelle René Blanchot	Accueil petite enfance	Ecole maternelle	2595
11	Ecole maternelle de la Bastide	Accueil petite enfance	Ecole maternelle	2729
12	Ecole élémentaire des Homérides	Accueil petite enfance	Ecole primaire	1820
13	Groupe scolaire Jules Ferry	Accueil petite enfance	Ecole primaire	1236
14	Ecole primaire Gerard Philippe	Accueil petite enfance	Ecole primaire	1973
15	Sainte Marguerite Marie	Accueil petite enfance	Ecole primaire	4145
16	Ecole élémentaire Léon Berland	Accueil petite enfance	Ecole primaire	3647
17	Groupe scolaire Odette Couty	Accueil petite enfance	Ecole primaire	2329
18	Ecole Aristide Briand	Accueil petite enfance	Ecole primaire	2736
19	Ecole élémentaire La Bastide	Accueil petite enfance	Ecole primaire	3998
20	Ecole élémentaire Marcel Proust	Accueil petite enfance	Ecole primaire	1027
21	Foyer Accueil Médicalisé Handas	Santé	Foyer d'Accueil Médicalisé pour Adultes Handicapés (F.A.M)	3381
22	CMP Beaubreuil	Santé	Centre Médico-Psychologique (CMP)	1268
23	ARSL CPH	Centre social	Centre social	155

4.3 Contexte industriel et environnemental

4.3.1 ICPE

Les ICPE les plus proches du site sont présentées sur la figure suivante :

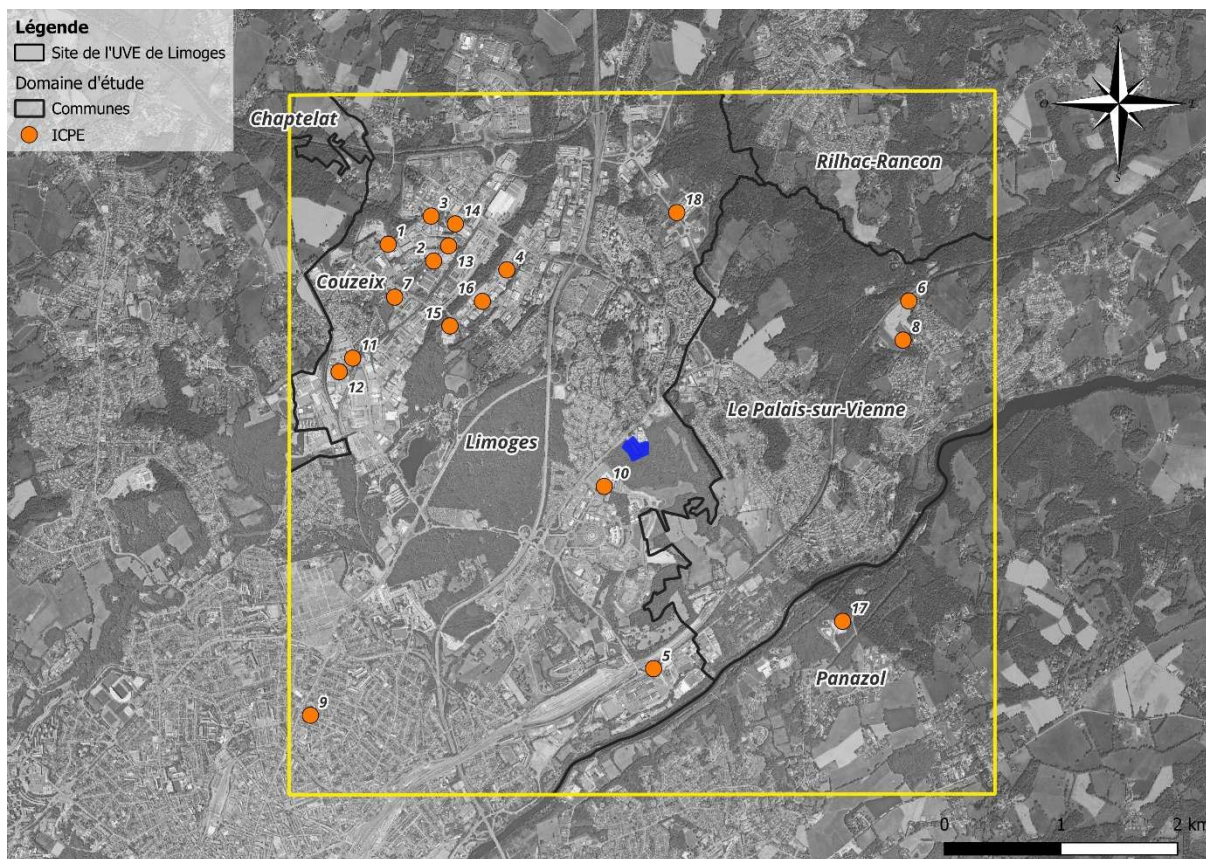


Figure 9 : Localisation des ICPE présentes sur le domaine d'étude

Au total, 18 établissements ont été recensés.

Pour chaque établissement, le nom, l'activité et le type de rejet atmosphérique, lorsqu'il est renseigné, sont répertoriés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : Caractéristiques des établissements classés ICPE recensés dans la zone d'étude

NOM	ID	ACTIVITE	CATEGORIE	EMISSION DANS L'AIR DECLAREE
SAS AJIR AGREGATS	1	Industrie extractive	ICPE	
VALEO Usine	2	Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques	ICPE	-
SEVIA	3	Collecte, traitement et élimination des déchets	ICPE	-
SARP SUD-OUEST SAS	4	Collecte et traitement des eaux usées	ICPE	-
TEXELIS	5	Industrie automobile	ICPE	-
VALDI	6	Métallurgie	ICPE	
SARP-OSIS OUEST	7	Collecte et traitement des eaux usées	ICPE	-

NOM	ID	ACTIVITE	CATEGORIE	EMISSION DANS L'AIR DECLAREE
FONDERIE DE CUIVRE DU PALAIS	8	Métallurgie	ICPE	-
BERNARDAUD Limoges	9	Fabrication de produits informatiques, électroniques et optiques	ICPE	-
LEGRAND SITEL	10	Fabrication d'équipements électriques	ICPE	-
PERFECTA	11	Fabrication de produits en caoutchouc et en plastique	ICPE	-
HENAULT Récupération	12	Collecte, traitement et élimination des déchets	ICPE	-
APROVAL SUEZ	13	Collecte, traitement et élimination des déchets	ICPE	-
ENEDIS SA	14	Production et distribution d'électricité, de gaz, de vapeur et d'air conditionné	ICPE	-
WESTON J.M.	15	Industrie du cuir et de la chaussure	ICPE	-
TECHNIC ENVELOPPES	16	Industrie du papier et du carton	ICPE	-
COVED	17	Collecte, traitement et élimination des déchets	ICPE	-
LAITERIE LES FAYES	18	Industrie alimentaire	ICPE	-

4.3.2 Réseau routier

Le site de l'UVE est desservi par la départementale D142 comme l'illustre la figure ci-dessous. On pourra noter également la présence de l'autoroute A20 à environ 700 m à l'ouest du site.

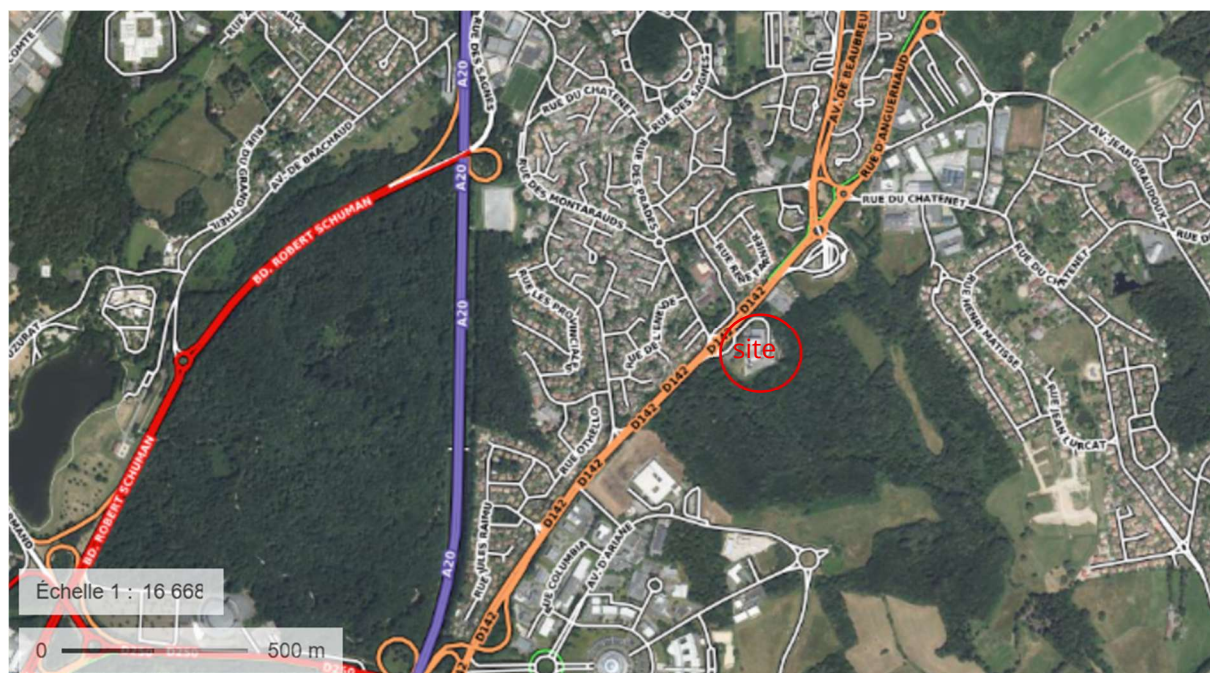


Figure 10 : Réseau routier à proximité immédiate du site

Le trafic routier est à l'origine d'émission de composés tels que le NO₂, les particules et le benzène comme pour l'UVE.

4.3.3 Usages des sols

La figure ci-dessous présente l'occupation des sols dans l'environnement du site de l'UVE de Limoges.

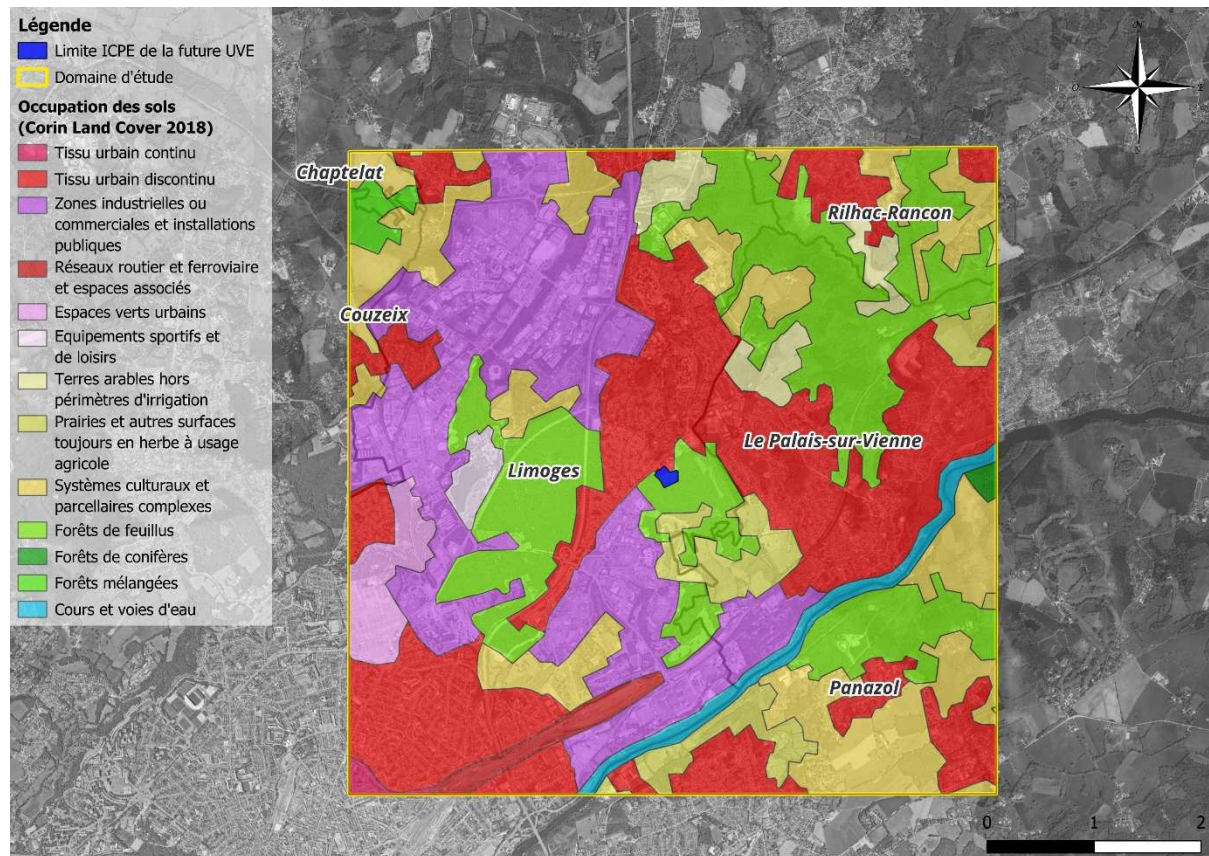


Figure 11 : Occupation des sols de la zone d'étude (Corin Land Cover Database 2018)

L'environnement immédiat du site est de type industriel, urbanisé et végétalisé sur la majorité du domaine d'étude.

Dans cette étude, nous considérons également par défaut la présence de potagers privés au sein de la zone d'étude et à proximité de l'UVE de Limoges. Par ailleurs, les jardins familiaux de Beaubreuil, situés à 1392 mètres au nord du site d'étude, sont présents dans la zone d'étude.

4.3.4 Topographie et météorologie sur la zone

Le relief et la météorologie sur la zone sont des facteurs majeurs influençant la dispersion des rejets de l'UVE. Ces éléments sont présentés ci-après.

4.3.4.1 Topographie

La topographie présente sur le domaine d'étude peut, en fonction de son importance, influencer la trajectoire du panache. La topographie sur le domaine d'étude est représentée ci-dessous.

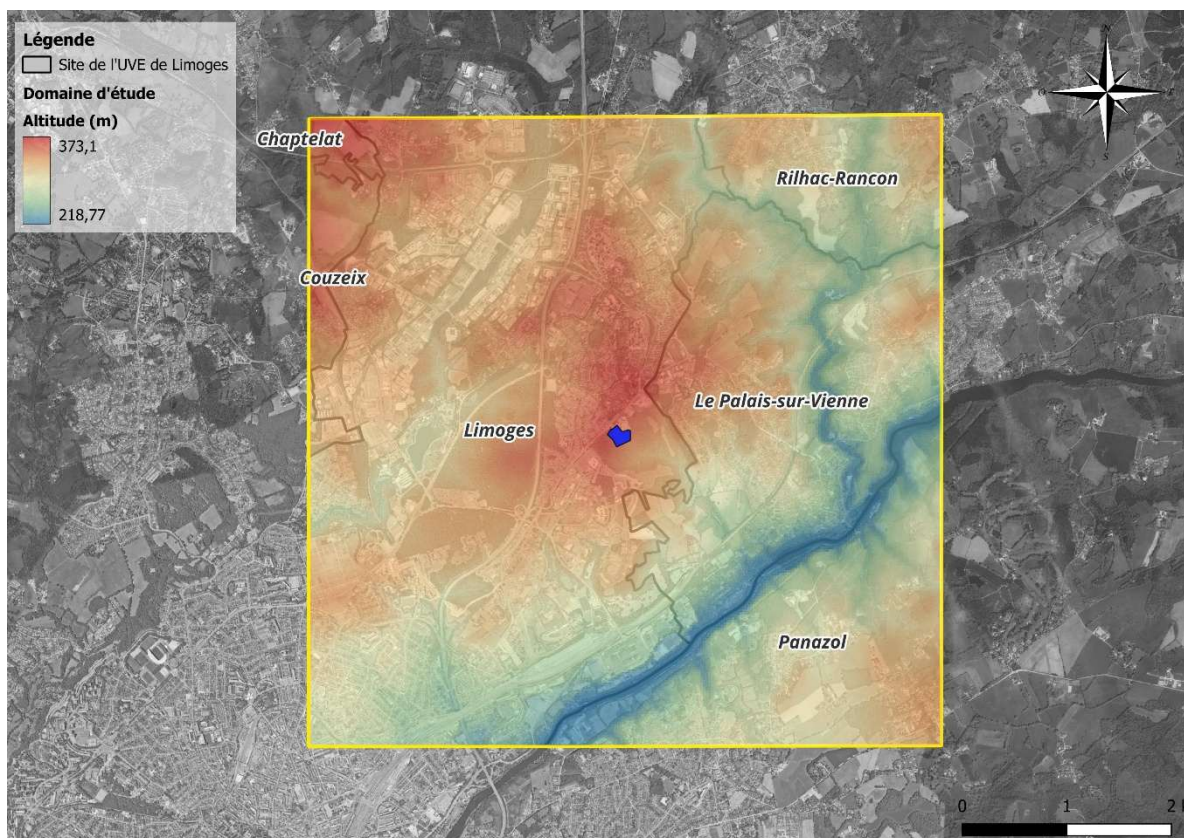


Figure 12 : Topographie présente sur le domaine d'étude

Le relief sur la zone d'étude varie de 218 m, au niveau du lit de la Vienne, à 373 m au niveau du site.

4.3.4.2 Météorologie

Les conditions météorologiques présentes sur la zone d'étude ont une influence sur la dispersion atmosphérique des substances.

La station Météo-France retenue dans le cadre de cette étude est la station de Limoges-Bellegarde (id = 87085006 ; distance = 8.7 km). La rose des vents décennale de cette station est présentée ci-après. Pour rappel, les segments de la rose des vents indiquent d'où provient le vent.

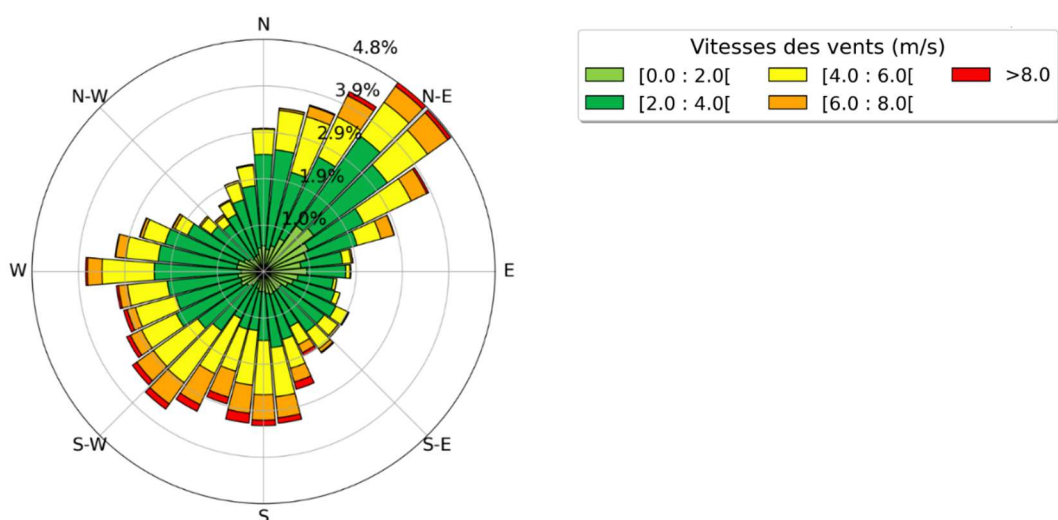


Figure 13 : Rose des vents décennale – Météo-France de Limoges-Bellegarde

Les vents dominants présents sur la zone proviennent d'un large secteur ouest/sud et d'un secteur nord-est. Les vents sur ces 2 secteurs sont principalement faibles à modérés.

Les vents calmes et très faibles (< 2 m/s) représentent 3.9 % des vents présents sur la zone.

4.4 Sélection des substances d'intérêt

Parmi les substances émises, nous ne retiendrons dans la suite de l'étude que les substances d'intérêt pour l'évaluation du risque sanitaire soient :

- **Les traceurs d'émission** qui sont des substances susceptibles de montrer une contribution de l'installation aux concentrations mesurées dans l'environnement, et éventuellement une dégradation des milieux attribuable aux émissions de l'UVE Limoges. Ces traceurs sont considérés pour le diagnostic et l'analyse des milieux et lors de la surveillance environnementale.
- **Les traceurs de risque** ce sont des substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Ces traceurs sont considérés en particulier pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

Selon le guide ASTEE relatif à l'incinération de déchets :

- Les traceurs de risques à retenir à minima sont :
 - Les métaux lourds : plomb, mercure, cadmium, nickel, chrome VI, arsenic, manganèse ;
 - Les dioxines-furanes.
- Le traceur d'émission à retenir à minima est :
 - Les particules.

Nous proposons de retenir en plus de cette liste :

- Le benzène, traceur de risque associé au trafic routier sur site et aux émissions de COVNM de l'UVE
- Le cobalt pour lequel une VTR sans seuil a été construite après la parution du guide ;
- L'h₂S comme traceur de risque pour les émissions de la désodorisation.

Le NO₂ seront également pris en compte comme traceurs d'émissions.

Le tableau suivant reprend les différentes substances émises et celles retenues comme substances d'intérêt :

Tableau 12 : Substances d'intérêt retenues

Substances	Traceurs de risques	Traceurs d'émission	Commentaires
Benzène	✓		IEM + EQRS
H ₂ S	✓		EQRS
Cd	✓		IEM + EQRS
Hg	✓		IEM + EQRS
As	✓		IEM + EQRS
Pb	✓		IEM + EQRS
Cr VI	✓		IEM + EQRS
Co	✓		IEM + EQRS
Mn	✓		IEM + EQRS

Substances	Traceurs de risques	Traceurs d'émission	Commentaires
Ni	✓		IEM + EQRS
Dioxines et furanes	✓		IEM + EQRS
Particules		✓	IEM + EQRS
NO ₂		✓	IEM + EQRS

Les substances non présentées dans le tableau mais émises par le site ne sont donc pas retenues pour la suite de l'étude.

4.5 Schéma conceptuel d'exposition

L'objectif de cette phase est de définir le schéma d'exposition des populations afin de faire le lien entre ;

- Les sources de pollution et les substances émises ;
- Les différents milieux et vecteurs de transfert, liés aux usages ;
- Les voies d'exposition, en fonction des populations,

Nous rappelons que si l'un de ces éléments n'existe pas alors, il y a absence de risque.

4.5.1 Les sources de danger

Le futur site sera émetteur de composés gazeux et de composés particuliers dans l'air.

4.5.2 Milieux et vecteur de transfert

Le vecteur de transfert des substances vers les milieux correspond à la dispersion aéraulique.

Les milieux exposés à ces substances émises sont donc l'air, les sols et les végétaux via les dépôts des composés particuliers et de façon indirecte les animaux via la chaîne alimentaire.

4.5.3 Voie d'exposition et cibles

Compte tenu du fait que les polluants potentiellement émis par le site sont des substances gazeuses et particulières, les voies d'exposition retenues sont l'inhalation et l'ingestion.

Les cibles correspondent aux populations riveraines (enfants et adultes), aux travailleurs riverains (adultes) ainsi qu'aux écoles (enfants) exposés de façon chronique aux émissions du futur site.

Dans le cadre de cette étude, deux scénarii d'exposition ont été retenus :

- Un scénario travailleur,
- Un scénario riverain.

Ils sont définis selon la description de l'INERIS présentée dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Description des scénarii d'exposition – source : INERIS⁴

Exemple de scénario	Description du scénario
Habitant « majorant »	• 100 % du temps passé au niveau de l'habitation la plus exposée (où les concentrations sont les plus élevées) • Nombre d'années d'exposition = durée de résidence : 30 ans • Scénario raisonnablement majorant, recommandé dans tous les cas
Habitant travailleur	• 20 % du temps (8 h/j, 218 j/an) dans une entreprise voisine où les concentrations sont les plus élevées

⁴ Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – guide INERIS – Deuxième édition – Septembre 2021

Exemple de scénario	Description du scénario
	80 % au niveau de l'habitation la plus exposée - Nombre d'années d'exposition = durée de résidence ou de carrière : 30 ans

4.5.4 Synthèse de l'élaboration du schéma conceptuel

Le choix de paramètres pour l'élaboration du schéma conceptuel dans le cadre de cette étude est proposé dans le tableau ci-après :

Tableau 14 : Voies d'exposition retenues

Substances émises	Vecteur ou voie de transfert possible			
	Dispersion atmosphérique	Dépôt au sol	Passage via la chaîne alimentaire : végétaux	Passage via la chaîne alimentaire : produits animaux
Substances Gazeuses	OUI	NON Composés restant à l'état gazeux	NON Composés restant à l'état gazeux	NON Composés restant à l'état gazeux
Particules sans effets spécifiques (PM ₁₀ PM _{2,5})	OUI	NON : particules fines ne présentes pas d'effet toxique par ingestion	NON pas de transfert possible	NON pas de transfert possible
Substances particulières de type métaux lourds	OUI	OUI pris à 100 % sous forme particulière, ils vont se déposer au sol sous forme de dépôts secs et dépôts humides	OUI Composés hydrophiles	NON composés peu ou pas lipophiles
Substances particulières de type dioxines et furanes	OUI		NON Composés hydrophobes	OUI Composés lipophiles
Cibles potentielles	Riverains (adultes et enfants) Travailleurs	Riverains (adultes et enfants) par contact mains/bouche	Riverains consommant les végétaux des jardins potagers	Riverains consommateurs des produits animaux issus d'élevage à proximité du site
Voies d'exposition retenues	Inhalation	Ingestion de sols	Ingestion de végétaux susceptibles d'être contaminés	Ingestion de produits animaux susceptibles d'être contaminés

Sur cette base, l'exposition des populations riveraines est synthétisée sur la figure ci-après.

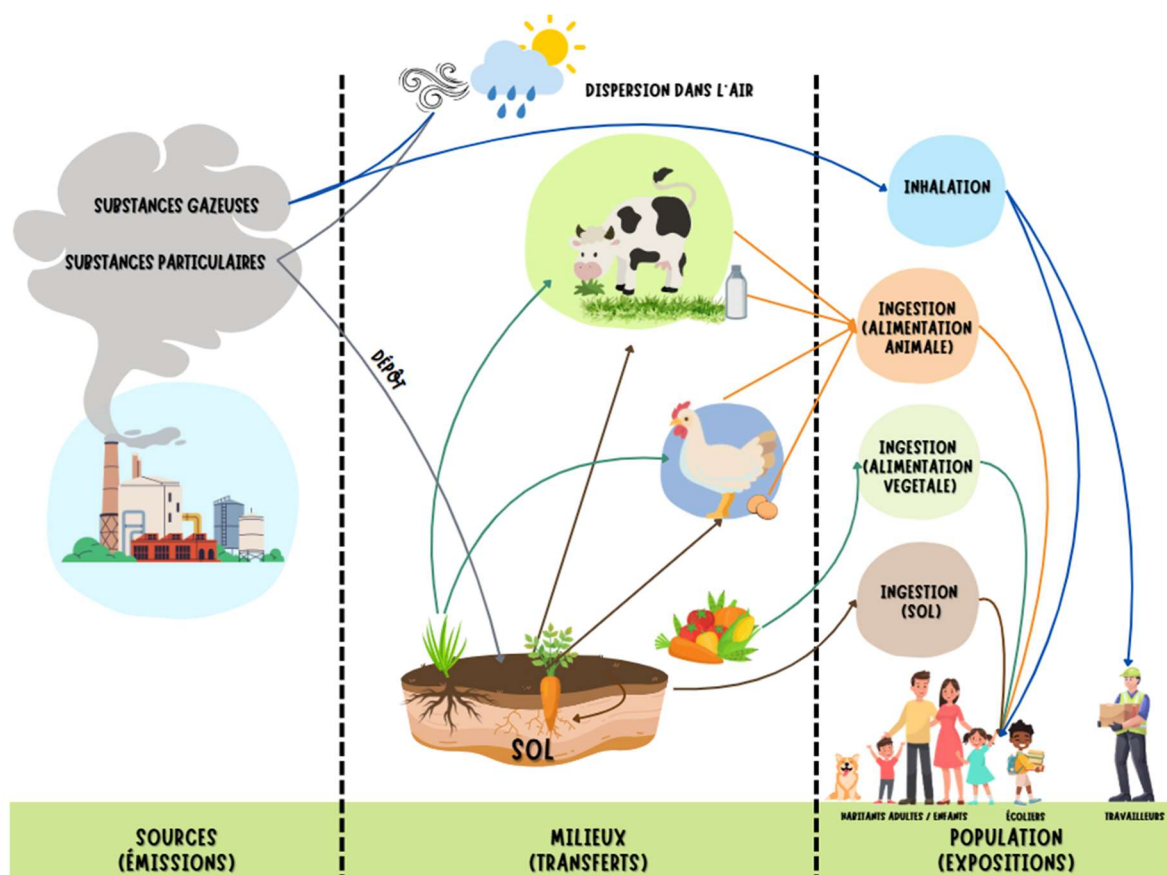


Figure 14 : Schéma conceptuel d'exposition

5 Evaluation de l'état des milieux

L'évaluation de l'état des milieux doit permettre de fixer des priorités pour la gestion des émissions de l'installation contribuant à la protection des enjeux identifiés dans le schéma conceptuel.

Pour cela, l'évaluation se base sur les mesures réalisées dans les milieux d'exposition autour de l'installation pour :

- Dans le cas d'une installation nouvelle : définir l'état initial des milieux, état de référence « historiques » de l'environnement ;
- Dans le cas des activités existantes : déterminer si les émissions passées et présentes de l'installation contribuent à la dégradation des milieux ;
- Dans tous les cas : déterminer si l'état actuel des milieux est compatible avec les usages et apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation.

5.1 Méthodologie

Pour répondre à ces objectifs, et exploiter les résultats des mesures environnementales, l'évaluation s'appuie sur l'outil d'interprétation de l'état des milieux, décrite dans le guide INERIS 2021 et dont le schéma suivant décrit les étapes successives.

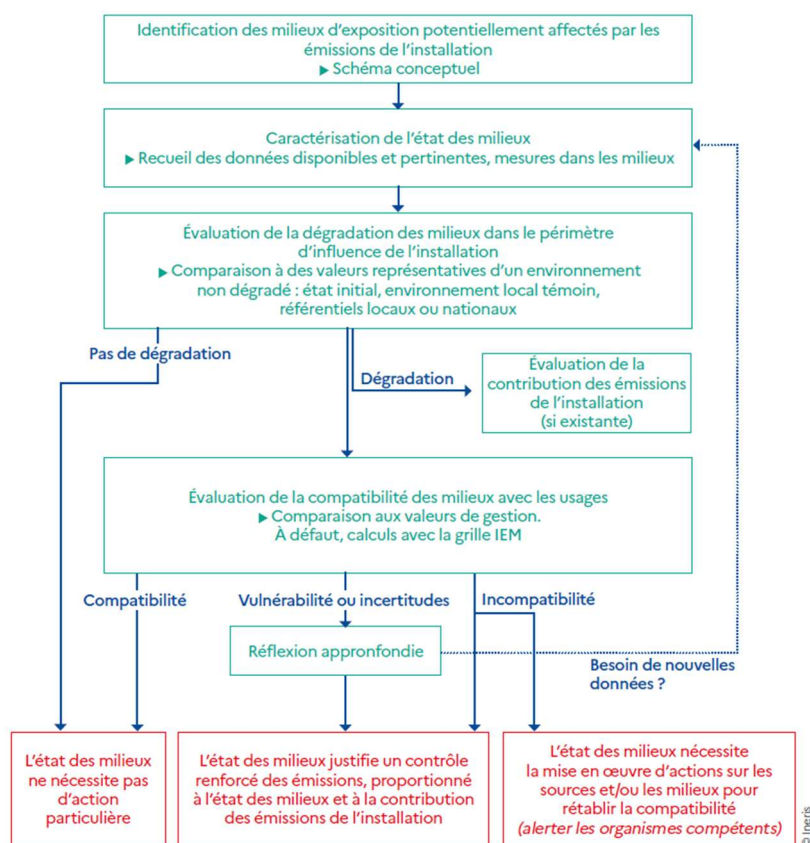


Figure 15 : Méthodologie de l'IEM (source : Ineris 2021)

L'IEM s'appuie sur le schéma conceptuel d'exposition et se déroule en 3 étapes :

- La caractérisation de l'état actuel des milieux à l'aide de mesures,
- L'identification ou non d'une dégradation des milieux,
- En cas de dégradation des milieux, évaluation de leur compatibilité avec les usages identifiés.

5.2 Caractérisation de l'état des milieux

La caractérisation de l'état des milieux nécessite d'avoir à disposition des mesures réalisées dans l'environnement du site.

5.2.1 Substances et milieux pertinents

Les substances et les milieux pertinents sont donc définis en fonction des caractéristiques des émissions, de l'environnement et des usages identifiés dans les étapes préalables et synthétisées dans le schéma conceptuel.

Les mesures disponibles doivent avoir été réalisées dans les milieux en dehors des limites du site et doivent permettre de caractériser les concentrations au droit des zones d'habitations et des usages susceptibles d'être affectés par les émissions du site.

Dans le cadre de l'IEM, les substances recherchées dans l'environnement correspondent à l'ensemble des substances réglementées en sortie du rejet de l'UVE.

Tableau 15 : Substances et milieux à investiguer

Composés	Air	Sols superficiels (0 – 5 cm)	Végétaux	Matrice animale	Traceurs de risque/émission
Poussières totales	✓				✓
Dioxyde d'azote	✓				✓
COV (benzène)	✓				✓
SO ₂	✓				
HF	✓				
HCl	✓				
NH ₃	✓				
Cd	✓	✓	✓		✓
Co	✓	✓	✓		✓
Hg	✓	✓	✓		✓
As	✓	✓	✓		✓
Pb	✓	✓	✓		✓
Cr	✓	✓	✓		
Cr VI		✓	✓		✓
Mn	✓	✓	✓		
Ni	✓	✓	✓		✓
Sb	✓	✓	✓		
V	✓	✓	✓		
Cu	✓	✓	✓		
Dioxines et furanés		✓		✓	✓
16 HAP*	✓	✓	✓		

*naphtalène, acénaphène, fluorène, phénanthrène, anthracène, fluoranthène, pyrène, benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(e)pyrène, benzo(j)fluoranthène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, dibenzo(ah)anthracène, benzo(ghi)perylène

Conformément au schéma conceptuel, les milieux à investiguer correspondent à l'air ambiant, au milieu sol, aux végétaux et aux matrices animales.

Le paragraphe suivant présente les données disponibles dans les différents milieux sur la zone d'étude. Sont regardées, les mesures réalisées dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air par Atmo Nouvelle-Aquitaine dans le cadre de l'une de ses missions qui est « surveiller et prévoir l'air et

l'atmosphère par des mesures⁵ » ainsi que la surveillance environnementale de l'impact des retombées du site actuel.

Dans le cadre de la présente étude, une campagne de mesures complémentaires a donc été menée pour caractériser les concentrations dans l'air et dans les sols.

En première approche et dans le but de respecter le principe de proportionnalité de l'étude aux enjeux relevés, les composés particuliers ne sont recherchés que dans les sols. En fonction des résultats obtenus, des investigations dans les matrices végétales et animales pourront être recommandées dans un second temps

5.2.2 Données environnementales disponibles sur la zone

5.2.2.1 Surveillance pérenne sur la zone

Le réseau de surveillance de la qualité de l'air local (Atmo Nouvelle-Aquitaine) dispose de 44 stations de surveillance réparties sur les 12 départements de la région.

Les stations les plus proches de l'UVE mesurant au moins une des substances d'intérêt retenues sont les suivantes :

- Palais-sur-Vienne : Périurbaine
- Limoges – Berland : Urbaine
- Limoges – Aine : Urbaine

La station du Palais-sur-Vienne se situe à proximité immédiate des retombées maximales de l'UVE actuelle. La localisation de ces 3 stations Atmo sont présentées sur la figure suivante :



Figure 16 : Emplacement des 3 stations Atmo retenues

⁵ Site internet Atmo France

Les paragraphes ci-après synthétisent les données historiques disponibles pour les substances d'intérêt au droit de ces stations.

5.2.2.1.1 PM₁₀

Les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ sur la zone d'étude sur les 3 dernières années complètes sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 16 : concentration en PM₁₀ sur la zone d'étude – Atmo Nouvelle-Aquitaine

Station de mesures	Concentration (µg/m ³)		
	2022	2023	2024
LIMOGES - Aine	15.7	9.7	11.3
LIMOGES - BERLAND	13.4	10.4	10.0
PALAIS S/ V.- Garros	13.6	9.1	11.8
Valeur guide OMS	15	15	15
Objectif de qualité	30	30	30

Ces mesures permettent de mettre en exergue une diminution des concentrations sur la station de Limoges-Berland, et une légère augmentation des concentrations en 2024 au niveau de celles de Limoges-Aine et Palais-sur-Vienne. Sur l'ensemble des stations, les concentrations mesurées en 2024 sont inférieures à la valeur guide de l'OMS fixée à 15 µg/m³ et à l'objectif de qualité de 30 µg/m³.

5.2.2.1.2 PM_{2.5}

Seule la station de Limoges-Berland enregistre en continu les teneurs en PM_{2.5} depuis 2022. Sur la station Palais-sur-Vienne, la concentration annuelle n'est disponible que pour l'année 2024. Les PM_{2.5} ne sont pas mesurées sur la station Limoges-Aisne.

Tableau 17 : concentration en PM_{2.5} sur la zone d'étude – Atmo Nouvelle-Aquitaine

Station de mesures	Concentration (µg/m ³)		
	2022	2023	2024
LIMOGES - BERLAND	8.2	7.2	6.7
PALAIS S/ V.- Garros	-	-	9.6
Valeur guide OMS	5	5	5
Objectif de qualité	10	10	10

Pour la station Limoges-Berland, il est possible d'observer une diminution des concentrations de PM_{2.5}. En 2024, la station Palais-sur-Vienne enregistre une concentration annuelle de 9.6 µg/m³, valeur supérieure à celle de la station Limoges-Berland. Sur l'ensemble des stations, les concentrations mesurées en 2024 sont supérieures à la valeur guide de l'OMS (5 µg/m³) mais restent inférieures à l'objectif de qualité fixé à 10 µg/m³.

5.2.2.1.3 NO₂

Les concentrations moyennes annuelles en NO₂ sur la zone d'étude sont présentées dans le tableau suivant. Le NO₂ n'est pas mesuré sur la station du Palais sur Vienne.

Tableau 18 : concentration en NO₂ sur la zone d'étude – Atmo Nouvelle-Aquitaine

Station de mesures	Concentration (µg/m ³)		
	2022	2023	2024
LIMOGES - Aine	22.5	21.0	19.8
LIMOGES - BERLAND	13.8	12.5	11.6
Valeur guide OMS	10	10	10
Objectif de qualité	40	40	40

Ces mesures permettent de mettre en exergue une diminution des concentrations de NO_2 sur ces trois dernières années au niveau de ces stations. En 2024, l'ensemble des stations ont enregistré des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS, ces valeurs restent cependant inférieures à l'objectif de qualité fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.2.2.2 Surveillance environnementale de l'UVE actuelle

5.2.2.2.1 Description de la surveillance du site

Depuis plusieurs années, Atmo Nouvelle-Aquitaine réalise la surveillance des retombées de l'UVE actuelle pour les dioxines-furanes et métaux dans plusieurs matrices (air, retombées atmosphériques, végétaux, lait, miel).

Cette surveillance environnementale du site est illustrée ci-dessous :

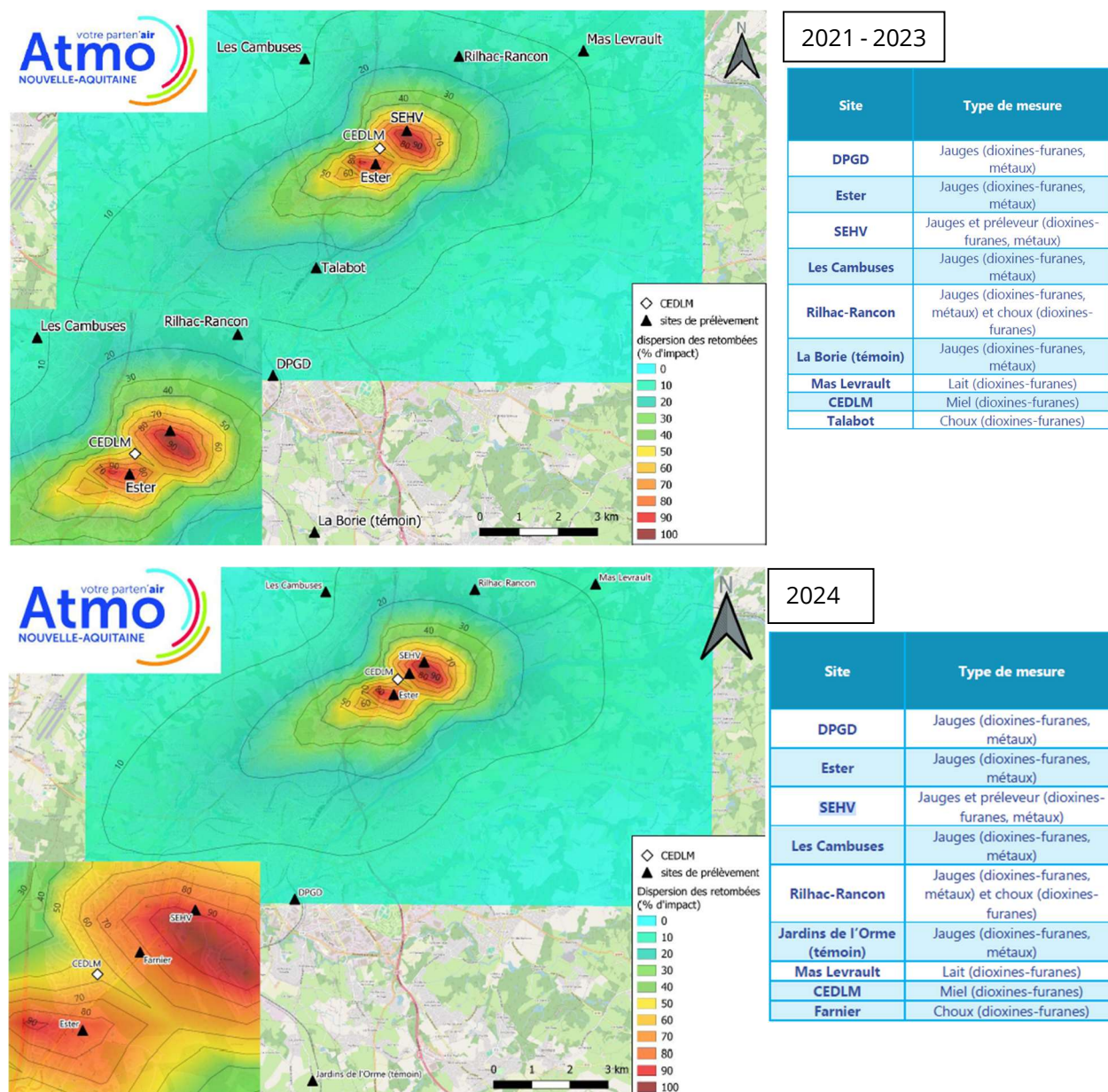


Figure 17 : Surveillance environnementale du site actuel (source : Atmo Nouvelle-Aquitaine)

La durée de la campagne de surveillance de la qualité de l'air (air ambiant et retombées atmosphériques) est de 1 mois sur la période estivale entre juin et juillet. Pour les choux, ces derniers sont plantés en octobre pour être récoltés en décembre. Le lait et le miel sont quant à eux récoltés en octobre.

Les paragraphes suivants présentent les résultats de la surveillance environnementale portant sur les quatre dernières années. Cette période de quatre ans s'explique par un incident survenu sur le site en 2024, entraînant son arrêt pendant plusieurs mois. Les données de cette campagne sont par conséquent incomplètes. Il convient également de noter que, profitant de cet arrêt, une seconde campagne a été réalisée la même année afin d'évaluer les concentrations environnementales en l'absence d'activité sur le site.

5.2.2.2.2 Air ambiant

Les mesures dans l'air sont réalisées au niveau de la station SEHV pour les métaux lourds (arsenic, cadmium, nickel, et plomb, vanadium, chrome, manganèse, cobalt cuivre, antimoine, chrome VI, mercure et thallium) et en dioxines-furanes. Sont présentés dans ce tableau uniquement les résultats pour les traceurs de risques retenus. Les mesures de l'ensemble des métaux sont présentées en Annexe 5 : Synthèse des résultats de la surveillance environnementale du site menée par Atmo Aquitaine.

Tableau 19 : concentration en métaux et dioxines-furanes au niveau du point SEHV

SEHV Beaubreuil	2021	2022	2023	2024	moy 2021-2023	2024 bis*
Dioxines (fg I-TEQ/m3)	3.14	5.21	2.43	-	3.6	8.05
As	0.25	0.32	0.04	-	0.2	0.34
Cd	0.02	0.03	0.01	-	0.02	0.8
Pb	0.93	1.26	0.14	-	0.8	2.93
Ni	0.32	0.6	0.08	-	0.3	< 0.16
Mn	2.68	7.42	0.45	-	3.5	0.29
Co	< 0.05	0.14	< 0.01	-	< 0.1	< 0.03
CrVI	< 0.01	0	0	< 0.00	-	0
Hg	0	0	< 0.01	< 3.80	-	< 3.20

*Campagne réalisée avec site à l'arrêt

Il est à noter que le site était à l'arrêt pendant 5 mois en 2024. Dans le tableau ci-avant la colonne 2024 bis* détaille les résultats obtenus pendant la période d'arrêt du site, il s'agit donc d'un état de référence hors fonctionnement du site. Les résultats obtenus sur cette période n'ont pas été intégré dans la moyenne calculée entre 2021 et 2023. Sur la période de fonctionnement du site, il est possible d'observer une diminution des concentrations de chaque métal.

Le chrome VI et le mercure ne sont jamais quantifiés. Le cobalt n'a quant à lui été quantifié qu'une seule fois en 2022.

5.2.2.3 Denrées alimentaires

Dans le cadre de la surveillance environnementale du site, des mesures sont réalisées dans certaines denrées alimentaires :

- Le lait sur une exploitation située au Mas Levraut ;
- Le miel sur le site de l'UVE ;

- Le chou comme végétal au niveau des serres de la ville de Limoges pour le témoin et sur les sites de Rilhac-Rançon, Talabot et Farnier pour les prélèvements sous influence des retombées atmosphériques de l'UVE actuelle.

Les résultats de ces mesures sur les 4 dernières années sont présentés dans les tableaux ci-après :

Tableau 20 : concentration des dioxines-furanes dans le lait du mas Levrault

	2021	2022	2023	2024	2024 bis
Dioxines-furanes (pg I-TEQ max OMS/g de MG)	0.28	0.39	0.11	0.38	0.17

Tableau 21 : concentration des dioxines-furanes dans le miel produit sur site

	2021	2022	2023	2024
Dioxines-furanes (pg I-TEQ max OMS/g de produit)	0.088	0.24	0.15	0.21

Tableau 22 : concentration des dioxines-furanes dans les choux

Dioxines-furanes (pg I-TEQ max OMS/g de PF)	Rilhac-Rançon	Témoin	Talabot	Farnier
2021	0.05	0.12		
2022	0.04	0.04	-	-
2023	0.12	0.03	0.05	-
2024	0.02	0.04	-	0.01

En 2021, une analyse des dioxines-furanes dans du miel commercial a été réalisée. La concentration mesurée était de 0,07 pg I-TEQ/g de produit.

5.2.3 Synthèse des données disponibles

Sur la base des éléments vu précédemment, les milieux pour lesquels une information est disponible sont :

- Air : mesures des métaux dans l'air au niveau des zones de retombées maximales de l'UVE actuelle.
Mesures du NO₂ et des PM sur la zone d'étude hors influence des émissions de l'UVE actuelle ;
- Sol : pas de données disponibles spécifique à la zone d'étude ;
- Denrées alimentaires : Mesures des dioxines-furanes dans un végétal (le chou), le miel et le lait.

Sur la base de ces éléments une campagne de mesure complémentaire est donc nécessaire afin de caractériser les concentrations environnementales dans les différents milieux pour lesquels aucune donnée n'est disponible.

Une campagne de mesures complémentaires a donc été menée pour caractériser les concentrations dans l'air en NO₂, benzène, PM₁₀/PM_{2.5} et les métaux ainsi que des mesures dans les sols pour les métaux et les dioxines-furanes.

En première approche et dans le but de respecter le principe de proportionnalité de l'étude aux enjeux relevés, les composés particuliers ne sont recherchés que dans les sols. En fonction des résultats obtenus, des investigations dans les matrices végétales et animales pourront être recommandées dans un second temps afin de compléter celles déjà disponibles.

5.2.4 Campagne de mesures complémentaires de caractérisation des milieux

5.2.4.1 Plan d'échantillonnage

Afin de compléter ces données, une campagne de mesures a été réalisée afin de caractériser les matrices étudiées (air et sol). Dans cette optique, 7 points de mesure ont été implantés sur la zone d'étude.

Tableau 23 : Descriptif des points de mesures

ID	Substances mesurées – air ambiant	Substances mesurées – sol	Justification du point
A1	NO ₂ , benzène	dioxines-furanes, métaux	Station Atmo SEHV - zone d'impact max du site actuel – zone nord-est
A2	NO ₂ , benzène, particules fines (PM ₁₀ /PM _{2.5}), métaux	dioxines-furanes, métaux	Legrand Sitel, zone d'impact max du site actuel et futur – zone sud
A3	NO ₂ , benzène	dioxines-furanes, métaux	Riverain proche A20 – zone ouest
A4	NO ₂ , benzène, particules fines (PM ₁₀ /PM _{2.5}), métaux	dioxines-furanes, métaux	Laboratoire d'analyse, zone d'impact max du futur site – zone nord
A5	NO ₂ , benzène	dioxines-furanes, métaux	Groupe scolaire – zone nord
A6	NO ₂ , benzène, particules fines (PM ₁₀ /PM _{2.5}), métaux	dioxines-furanes, métaux	Mairie Annexe de Beaune-les-Mines, point Environnement Local Témoin – zone nord
A7	NO ₂ , benzène	dioxines-furanes, métaux	Jardin de l'Orme, point Environnement Local Témoin – zone sud

L'emplacement des points de mesure est présenté sur la figure suivante.

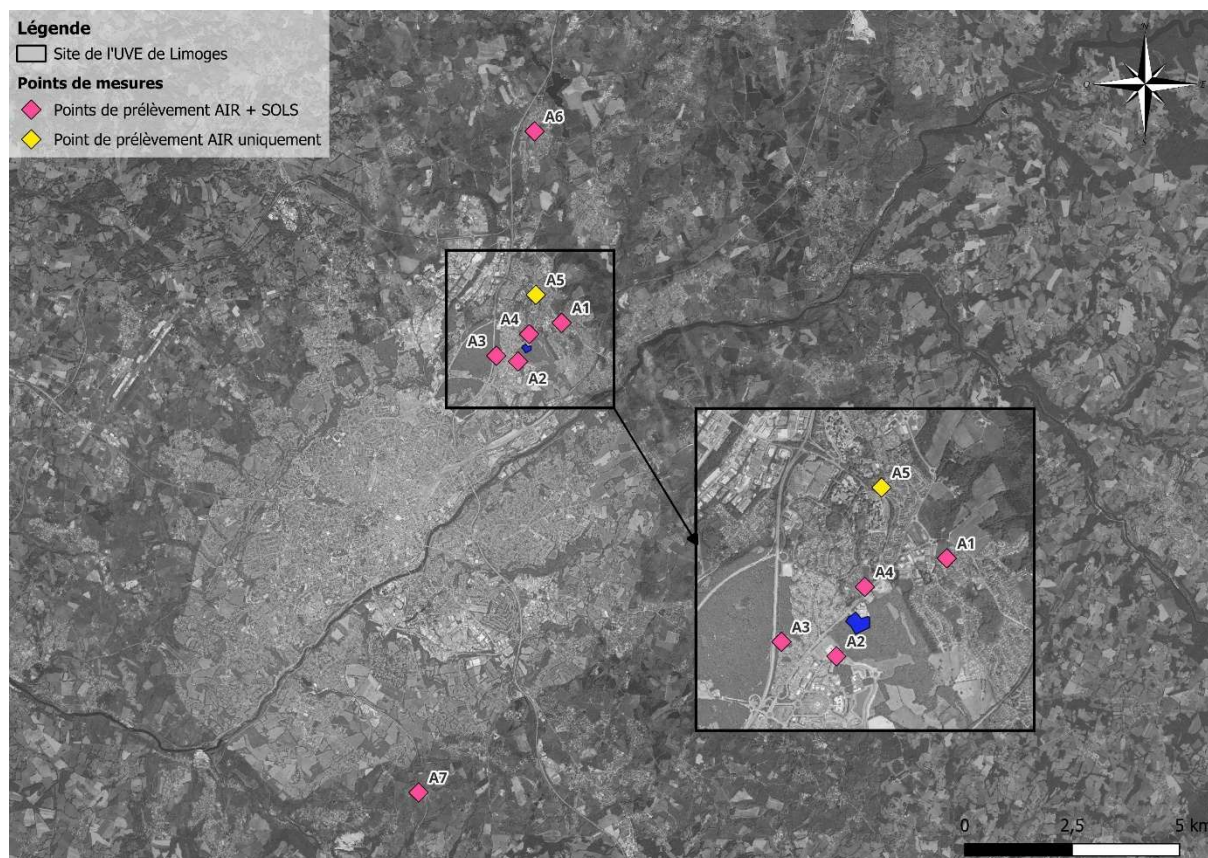


Figure 18 : Implantation des points de mesures air et sol

5.2.4.2 Méthodologie de prélèvements

Milieu air :

La méthodologie détaillée de prélèvements pour la mesure des concentrations dans l'air des particules et composés gazeux est présentée en annexe page 87. Les composés gazeux ont été mesurés par le biais de capteurs passifs (concentration moyenne sur 1 semaine) et les PM ont été mesurés par le biais de microcapteur (mesures en continue). Les métaux, les HAP ainsi que les poussières ont également été échantillonnés au moyen d'un préleveur d'air nommé R&P Partisol2025i. La campagne de mesures a été réalisée entre le 5 et le 20 novembre 2025. Les rapports d'analyses des laboratoires sont présentés en annexe page 89.

Milieu sol :

La campagne de prélèvement des échantillons de la matrice sol a été réalisée les 5 et 6 novembre 2025 sur les points localisés sur la Figure 18. Les échantillons de sols superficiels ont été prélevés dans les 3 à 5 premiers centimètres de profondeur conformément au guide BRGM. La méthodologie de prélèvements est décrite en annexe page 87.

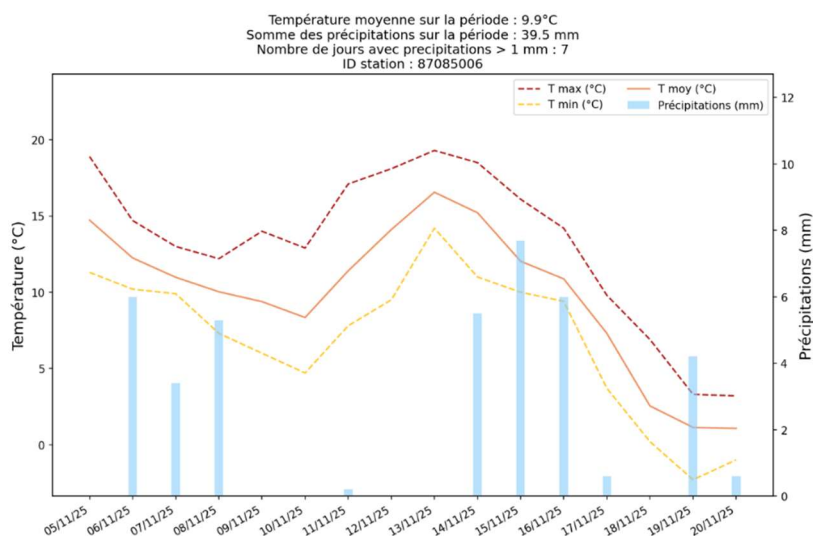
Les analyses de métaux et dioxines-furanes ont été menées par le laboratoire accrédité MICROPOLLUANT TECHNOLOGIES. Les rapports d'analyses des laboratoires sont présentés en annexe page 89.

5.2.4.3 Conditions météorologiques lors de la campagne de mesures

Les données météorologiques enregistrées durant la période de mesure sur la station Météo-France de Limoges-Bellegarde (id =87085006), à environ 8.8 kilomètres à vol d'oiseau du projet, sont présentées ci-après. Une station météo annexe a été implantée sur le site de l'UVE, elle sera nommée « station UVE » dans la suite de l'étude. Il est à noter que des différences peuvent être observées en raison de l'altitude à laquelle sont situées les stations : 10 m du sol pour Limoges-Bellegarde et 1 m pour la station UVE.

TEMPERATURE ET PLUVIOMETRIE

Les températures minimales, maximales et moyennes sont indiquées dans le graphique ci-après.



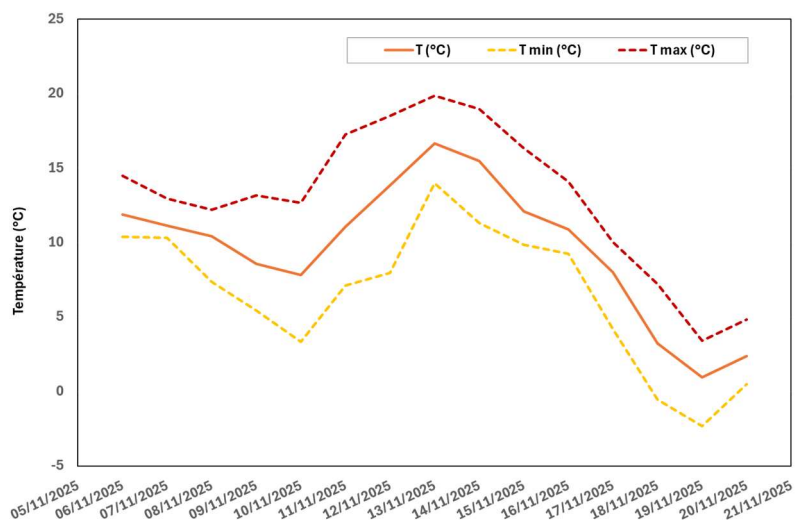


Figure 19 : Température et précipitation lors de la campagne de mesures (graphique du haut : station Météo France de Limoges-Bellegarde, graphique du bas : station météo placée sur le site de l'UVE)

Les températures mesurées lors de la campagne de mesures étaient comprises entre -2 et 19°C au niveau des 2 stations. Au total, dix épisodes de précipitations atteignant 39.5 mm ont été enregistrés entre le 06 et 20 novembre à la station de Limoges-Bellegarde.

Du 05/11 au 16/11, les températures mesurées étaient significativement supérieures aux normales saisonnières comprises entre 5 et 10,7°C (observations entre 1991-2020). A partir du 17/11, les températures ont significativement chuté pour se situer en dessous des normales saisonnières.

Sur l'ensemble de la période de mesure, 39.5 mm de précipitations ont été enregistrés à la station de Limoges-Bellegarde. La moyenne du cumul des précipitations entre 1991 – 2020 sur cette station est de 66,2 mm. A période égale, les précipitations observées lors de la campagne de mesures à Limoges-Bellegarde sont légèrement supérieures à la moyenne. Ces précipitations plus abondantes ont tendance à déposer plus rapidement les composés émis dans l'atmosphère vers le sol.

VENTS

Les figures ci-après présentent la rose des vents durant la campagne de mesure de la station Limoges-Bellegarde et de la station UVE, ainsi que la rose des vents décennale (2022-2024) pour la station de Limoges-Bellegarde uniquement. Pour rappel, la rose indique d'où provient le vent.

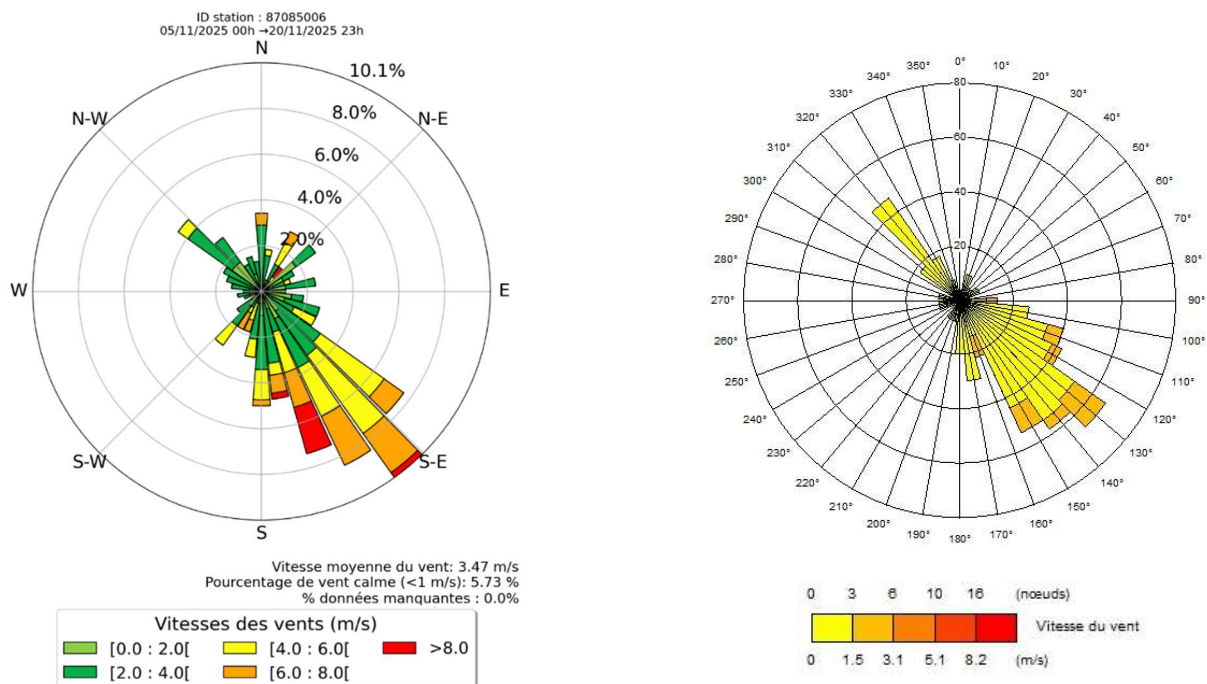


Figure 20 : Rose des vents durant la campagne de mesure (du 05/11 au 20/11) – à gauche : rose des vents de la station Limoges-Bellegarde, à droite : rose des vents de la station UVE

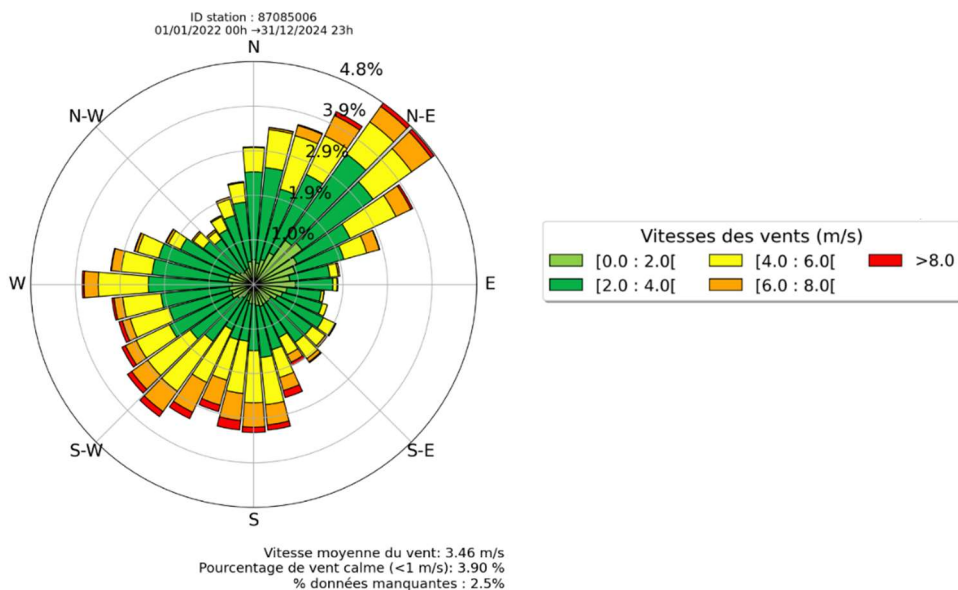


Figure 21 : Rose des vents décennale (2022 – 2024)

Le secteur majoritaire des vents observés sur les 2 roses et sur la zone durant la campagne de mesure est le secteur sud-est avec des vents modérés à forts pour Limoges-Bellegarde, et faibles à modérés pour la station UVE. Ce secteur est également présent sur la rose des vents décennale, mais minoritaire.

Le tableau ci-après présente les pourcentages d'exposition des points aux vents selon les données de 2022 à 2024 (sur la base des données de la station Limoges-Bellegarde), et pendant la campagne de mesure.

Tableau 24 : Exposition des points aux émissions du site actuel lors de la campagne de mesure

Point	Vents calmes	Zone d'impact max			Zone d'impact secondaire site actuel		Environnement local témoin*	
		Site actuel	Site actuel et futur	Site futur	Et du site futur	Point exposé à l'autoroute A20	Péri-urbain	Rural
		A1	A2	A4	A5	A3	A6	A7
% exposition aux vents (2022 - 2024)	3.85%	19.50%	24.20%	19.40%	18.30%	20.10%	-	-
% exposition aux vents (05/11/25 - 20/11/25)	5.73%	8.60%	11.00%	16.60%	24.90%	11.00%	-	-

*les points ELT sont non exposés aux émissions du site du fait de leur éloignement.

Durant la campagne de mesures, les points situés en zone d'impact maximum ont été moins exposés qu'habituellement sur la zone, excepté pour le point A4 représentant la zone d'impact du futur site, dont le pourcentage d'exposition aux vents (16.6%) est du même ordre de grandeur que celui issu des statistiques météorologiques décennales (19.4%).

Le point A5 situé en zone d'impact secondaire du futur site a été 1.3 fois plus exposé aux vents qu'habituellement sur la zone.

Le pourcentage de vents faibles sur la zone a été 1.5 fois plus important durant la campagne de mesure.

5.2.4.4 Résultats

Les résultats des mesures pour l'ensemble des substances recherchées non retenues comme substances d'intérêt, sont présentés ci-dessous :

Tableau 25 : Concentrations dans l'air pour les substances non retenues comme substances d'intérêt – substances gazeuses

Substances	Concentration en µg/m³					
	Points de mesure					
	A1	A2	A3	A4	A5	Témoins A6 - A7
NH ₃	0.96	0.5	0.57	< 0.4	1.13	0.46
SO ₂	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17
HCl	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
HF	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17

Pour les substances gazeuses recherchées, les concentrations mesurées sont faibles et régulièrement sous la limite de quantification du laboratoire. Seul, le NH₃ est quantifié sur 6 des 7 points, avec des concentrations faibles inférieures ou proche du 1µg/m³.

Tableau 26 : Concentrations dans l'air pour les substances non retenues comme substances d'intérêt – substances particulaires

Substances	Concentration en ng/m ³					
	Points de mesure					
	A1	A2	A3	A4	A5	Témoins A6 - A7
Cu	-	1.4	-	2.5	-	2.2
V	-	< 0,7	-	0.8	-	< 0,7
Cr	-	10.6	-	15.3	-	2.4
Sb	-	< 0,7	-	< 0,7	-	< 0,7
Cd	-	< 0,2	-	< 0,2	-	< 0,2
Naphtalène*		0,06		0,06		0,06
B(a)P*		0,07		0,05		0,11

*Les concentrations pour les autres HAP sont présenté en Annexe 4.

Pour le cuivre, le vanadium, l'antimoine, le cadmium, le naphtalène et le benzo(a)pyrène, les concentrations mesurées au niveau des points proches du site sont du même ordre de grandeur que les concentrations mesurées au niveau du point ELT.

Pour le chrome, on constate que les concentrations au niveau des points proches du site sont plus importantes que celles mesurées au point ELT.

Tableau 27 : Concentrations dans les sols pour les substances non retenues comme substances d'intérêt - métaux

Substances	Concentration (mg/kg MS)					
	A1	A2	A3	A4	A6	A7
V	31.7	19.1	15.5	18.3	18	63.7
Cr	22.5	15.6	10.1	11.8	10.9	36.2
Cu	21,9	8,06	9	24	21,9	18
Sb	3.93	102	4.6	2.57	1.9	< 0.5

Pour les métaux recherchés mais non retenus comme substance d'intérêt, les concentrations mesurées au niveau des points sous influence de l'UVE actuelle sont du même ordre de grandeur que les concentrations mesurées au niveau des points témoins.

Seul l'antimoine présente des concentrations plus élevées au niveau des points A1, A3 et plus particulièrement au niveau du point A2. Au sud de l'UVE actuelle. Cette concentration importante est toutefois localisées sur 1 seul point, sur un site industriel et ne peut être reliée à l'UVE actuelle.

5.3 Evaluation de la dégradation locale des milieux

Cette première étape d'interprétation des résultats de mesure dans l'environnement a pour but de déterminer si les émissions actuelles de l'installation contribuent à une dégradation des milieux.

Les rapports d'analyses et le tableau de synthèse des résultats sont présentés respectivement en Annexe 3 : Rapports d'analyses des laboratoires et en Annexe 4 : Synthèse des résultats de la campagne de mesures. Ne sont repris ici uniquement les résultats pour les substances d'intérêt retenues.

5.3.1.1 Milieu Air

Pour cela, les concentrations mesurées ont été comparées à celles mesurées au niveau du point de mesure représentatif de l'Environnement Local Témoin (ELT).

Pour les mesures au-dessus des limites de quantifications, lorsque les données étaient disponibles, nous avons calculé les concentrations en tenant compte des incertitudes hautes et basses sur les mesures. L'intervalle ainsi calculé est détaillé dans le tableau ci-dessous entre parenthèses et en italique en dessous de la valeur mesurée.

La valeur mesurée est alors considérée comme significativement supérieure à celle de l'ELT lorsque les intervalles calculés en tenant compte de l'incertitude ne se recouvrent pas et donc que la borne basse de la valeur mesurée est strictement supérieure à la borne haute de celle de l'ELT.

Par exemple pour la concentration en NO₂ mesurée au point A1 en tenant compte de l'incertitude de 20% sur la borne basse et la haute, la valeur mesurée est comprise entre 3,4 et 4,8 µg/m³. De la même façon, la concentration en NO₂ mesurée au niveau de l'ELT est comprise entre 1,8 et 7,9 µg/m³. Ainsi en tenant compte des incertitudes, les intervalles se recoupent, la concentration en NO₂ mesurée au point 1 peut donc être considérée comme non significativement supérieure à celle de l'ELT.

NO₂ ET BENZENE

Le tableau ci-dessous présente les concentrations mesurées lors de la campagne de mesures en NO₂ et benzène.

Tableau 28 : Concentrations par point de mesure - milieu Air – substances gazeuses

Substances	Concentration en µg/m ³						Station Atmo du 05/11 au 13/11*	
	Points de mesure						Limoges Berland	Limoges Aine
	A1	A2	A3	A4	A5	ELT A7 – A6		
NO ₂	4,1	3,7	8,3	3,6	7,8	2,2 – 6,7	11,9	29,7
	(3,4 - 4,8)	(3,0 - 4,4)	(6,8 - 9,8)	(2,9 - 4,2)	(6,4 - 9,2)	(1,8 - 7,9)		
Benzène	0,71	0,56	0,62	0,64	0,69	0,5 – 0,7	-	-
	(0,5 - 0,9)	(0,4 - 0,7)	(0,4 - 0,8)	(0,4 - 0,8)	(0,5 - 0,9)	(0,3 - 0,9)		

(xx-xx) : (IB = Incertitude basse en % - IH = incertitude haute en %) – NO₂ : incertitude de 18% - Benzène : incertitude de 30%

Gras : substances pour lesquelles la concentration mesurée au niveau du point est significativement supérieure à la concentration mesurée à l'ELT

*en l'absence de mesures sur la station Palais de Vienne, cette dernière n'est pas présentée dans le tableau.

Pour le NO₂, les concentrations les plus élevées lors de la campagne ont été mesurées au niveau du point situé à proximité de l'autoroute (point A3), du groupe scolaire (A5) situé à 1 km au nord-ouest du site et du point ELT A6.

Les concentrations en NO₂ mesurées au niveau des points de mesures les plus proches de l'UVE actuelle (A1 / A3 et A4) sont plus faibles que la concentration mesurée au point ELT A6 (configuration péri-urbaine) mais supérieure à celle du point ELT A7 (configuration rurale).

Toutes les concentrations mesurées restent néanmoins inférieures aux concentrations mesurées au niveau des stations Atmo de Limoges-Berland et Limoges-Aine.

Pour rappel, la concentration moyenne annuelle 2024 en NO₂ au niveau de ces stations est de 19.8 et 11.6 µg/m³.

Les concentrations en benzène sont relativement homogènes d'un point à l'autre et sont du même ordre de grandeur que celles retrouvées aux points ELT.

Pour ces substances, aucune dégradation du milieu n'est observée.

PARTICULES

Le tableau ci-après présente les concentrations en PM₁₀ et PM_{2.5} mesurées au moyen des capteurs NEMO et du préleveur Partisol.

Tableau 29 : Concentrations de PM₁₀ et PM_{2.5} retrouvées sur NEMO et Partisol – Milieu Air

Substances	Concentration en µg/m ³			Station Atmo 05/11 – 20/11		
	A2	A4	A6	Palais-sur-Vienne	Limoges Berland	Limoges Aine
PM ₁₀ (NEMO)	18,3*	-	15,1*	13,4	13,0	14,1
PM ₁₀ (Partisol)	18,3 (14,7 – 22,0)	16,9 (13,5 – 20,3)	15,1 (12,1 – 18,1)			
PM _{2.5} (NEMO)	12,9	-	10,9	8,3	7,0	-

(xx-xx) : (IB = Incertitude basse en % - IH = incertitude haute en %) – PM10 par partisol : 20 %

*les concentrations mesurées en PM10 sur les Nemo ont été recalées par les mesures réalisées par le Partisol (approche réglementaire). Ce facteur de correction a ensuite été appliqué aux PM2.5.

Les concentrations en PM10 mesurées au niveau des points situés sous l'influence des émissions du site (particulièrement A4) sont du même ordre de grandeur que celles mesurées au niveau du point ELT A6. Les concentrations mesurées au niveau de ces points lors de la campagne, sont légèrement plus importantes que celles mesurées au niveau des stations Atmo.

Pour rappel, les concentrations moyennes annuelles en 2024 sur les stations Atmo sont comprises entre 10 µg/m³ (Limoges-Berland) et 11.8 µg/m³ (Palais-sur-Vienne) pour les PM₁₀. Les concentrations mesurées lors de la campagne de mesures présentent des niveaux plus importants que les moyennes annuelles sur ces mêmes stations.

Pour les concentrations en PM2.5, les concentrations mesurées au niveau du point A2 sont du même ordre de grandeur que celles mesurées au niveau du point ELT A6. Les concentrations mesurées au niveau de ces points lors de la campagne, sont légèrement plus importantes que celles mesurées au niveau des stations Atmo.

Les concentrations moyennes annuelles en 2024 sur les stations de Limoges-Berland et Palais-sur-Vienne sont respectivement de 6.7 et 9.8 µg/m³ pour les PM_{2.5}. Les concentrations relevées lors de la campagne de mesure sont du même ordre de grandeur que la concentration moyenne annuelle de la station du Palais-sur-Vienne.

Pour les particules, aucune dégradation du milieu n'est observée.

METAUX

Pour les métaux, les prélèvements ont duré 1 semaine ; du 06/11 au 13/11 pour les points A2 et A6, du 13/11 au 20/11 pour le point A4. Les mesures n'ont pas pu être réalisées de façon simultanée suite à un problème dans la fourniture de filtres. Le tableau suivant présente les concentrations moyennes sur 1 semaine.

Pour rappel, le point ELT est représenté par le point A6.

Tableau 30 : Concentrations de métaux par points de mesure - milieu Air

Substances	Concentration en ng/m3				
	S1 (06/11 - 13/11)		S2 (13/11 - 20/11)	Moyenne 2021-2024	Mesure 2024 site à l'arrêt
	A2	A6	A4	Station SEHV	
Pb	1.0	0.8	1.9	0.8	2.93
	(0.8 - 1.2)	(0.7 - 1.0)	(1.5 - 2.3)		
Ni	0.9	1.0	1.3	0.3	< 0.16
	(0.7 - 1.0)	(0.8 - 1.2)	(1.0 - 1.5)		
Mn	1.6	1.5	6.5	3.5	0.29
	(1.3 - 13.9)	(1.2 - 1.8)	(5.2 - 7.8)		
As	0.2	0.2	0.4	0.2	0.34
	(0.1 - 0.2)	(0.2 - 0.3)	(0.4 - 0.5)		
Cd	ND	ND	ND	0,02	0.8
Co	ND	ND	ND	< 0.1	< 0.03

(xx-xx) : (IB = Incertitude basse en % - IH = incertitude haute en %) – Métaux : incertitude de 20%

Gras : substances pour lesquelles la concentration mesurée au niveau du point est significativement supérieure à la concentration mesurée à l'ELT

L'analyse de ces résultats permet de mettre en exergue que le point A4 situé sous les vents de l'UVE actuelle présente des concentrations en plomb, en manganèse et en arsenic plus élevées qu'au point ELT (point A6). L'analyse des résultats de la surveillance environnementale du site réalisée par Atmo Nouvelle Aquitaine met en exergue également un potentiel impact du site sur les concentrations en Ni.

Bien que la concentration en plomb soit inférieure à la concentration moyenne mesurées en 2024 lors de l'arrêt du site, ce dernier est tout de même conservé dans la suite de l'étude. Cette approche est majorante.

Sur la base des résultats de la campagne de mesure, aucune dégradation du milieu air n'est constatée pour les particules, le dioxyde d'azote et le benzène. Cependant, une dégradation est observée pour le plomb, le manganèse, l'arsenic au point A4.

Le nickel sera également retenu, car une dégradation est observée sur la base des résultats de la surveillance environnementale.

5.3.1.2 Milieu Sol

METAUX

Les concentrations mesurées ont été comparées aux points A6 et A7 (ELT). Les concentrations retrouvées au niveau des points ELT ont été comparées aux gammes de valeurs « ordinaires » et d'anomalies naturelles du programme ASPITET (INRA, 2005)⁶.

Tableau 31 : Concentration en métaux par point de mesure - milieu sol

Substances	Concentration (mg/kg MS)						Gamme de valeur prise en compte INRA (mg/kg)	
	A1	A2	A3	A4	A6	A7		
Cr VI	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	-	
Co	8,36	4,2	1,66	3,76	2,9 - 8,1		2 - 23	Sols « ordinaires »
	(5.9 - 10.9)	(2.9 - 5.5)	(1.2 - 2.2)	(2.6 - 4.9)	(2.1 - 10.5)			
Ni	13,3	5,99	4,51	6,73	6 - 16,5		2 - 60	Sols « ordinaires »
	(9.3 - 17.3)	(4.2 - 7.8)	(3.2 - 5.9)	(4.7 - 8.7)	(4.2 - 21.5)			
Cu	6	8,06	9	24	18 - 21,9		2 - 20	Sols « ordinaires »
	(15.3 - 28.5)	(5.6 - 10.5)	(6.3 - 11.7)	(16.8 - 31.2)	(12.6 - 28.5)			
As	6	52,5	13,3	54,4	8,01 - 35,9		30 - 60	Anomalies naturelles modérées
	(35.8 - 66.4)	(36.8 - 68.3)	(9.3 - 17.3)	(38.1 - 70.7)	(5.6 - 46.7)			
Cd	0,449	0,137	0,235	0,222	0,237 - 0,317		0,05 - 0,45	Sols « ordinaires »
	(0.3 - 0.6)	(0.1 - 0.2)	(0.2 - 0.3)	(0.2 - 0.3)	(0.2 - 0.4)			
Pb	34,5	37,6	27,9	66,5	33,3 - 70,8		60 - 90	Anomalies naturelles modérées
	(24.2 - 44.9)	(26.3 - 48.9)	(19.5 - 36.3)	(46.6 - 86.5)	(23.3 - 92)			
Hg	0,101	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1 - 0,598		0,02 - 0,1	-
	(0.07 - 0.13)	(0.07 - 0.13)	(0.07 - 0.13)	(0.07 - 0.13)	(0.1 - 0.8)			

(xx-xx) : (IB = Incertitude basse en % - IH = incertitude haute en %) – Métaux : incertitude de 30%

Les concentrations de l'ensemble des substances retrouvées aux points ELT sont comprises dans la gamme de valeurs observées dans les sols « ordinaires » sauf pour l'arsenic et le plomb dont les teneurs sont dans la gamme de valeurs des anomalies naturelles modérées.

Les résultats de l'ensemble des mesures ne sont pas significativement supérieurs à ceux retrouvés aux points témoins.

⁶ ASPITET : Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Eléments Traces de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). « Teneurs totales en éléments traces dans les sols - Gammes de valeurs "ordinaires" et d'anomalies naturelles » (<http://etm.oreans.inra.fr/gammes3.htm>). Caractérisation des sols d'après la base de données "Geochemical Atlas of Europe" <http://weppi.gtk.fi/publ/foregsatlas/>

DIOXINES-FURANES

Le tableau ci-après présente les résultats des mesures de dioxines-furanes dans les sols.

Tableau 32 : Concentration en dioxines-furanes par point de mesure - milieu Sol

Substances	Concentration (TOTAL TEQ NATO - pg/g MS)				
	A1	A2	A3	A4	A6 - A7
Dioxines et furanes	0.5 (0.3 - 0.6)	3.1 (2.1 - 4)	0.9 (0.6 - 1.2)	3.6 (2.5 - 4.7)	1.2 - 2.9 (0.8 - 3.7)

(xx-xx) : (IB = Incertitude basse en % - IH = incertitude haute en %) – Dioxines-furanes : incertitude de 30%

*Gras : substances pour lesquelles la concentration mesurée au niveau du point est significativement supérieure à la concentration mesurée au point ELT

Les concentrations de l'ensemble des mesures de dioxines-furanes ne sont pas significativement supérieures à celles retrouvées aux points témoins.

En conclusion, aucune dégradation du milieu sol n'a été constatée pour les métaux et pour les dioxines-furanes.

5.3.1.3 Denrées alimentaires

Les résultats des mesures dans les choux réalisées dans le cadre de la surveillance environnementale réalisée par l'Atmo Nouvelle-Aquitaine sont repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 33 : concentration des dioxines-furanes dans les choux

Dioxines-furanes (pg I-TEQ max OMS/g de PF)	Rilhac-Rançon	Témoin	Talabot	Farnier
2021	0.05	0.12		
2022	0.04	0.04	-	-
2023	0.12	0.03	0.05	-
2024	0.02	0.04	-	0.01

Seules les mesures de l'année 2023 présentent une concentration plus importante au niveau du point Rilhac-Rançon qu'au point témoin. L'impact du site ne peut être écarté, les résultats de ces mesures de dioxines-furanes seront donc retenus dans la suite de l'étude.

En l'absence de témoin permettant une comparaison pour le lait, les résultats des mesures réalisées dans le cadre de la surveillance environnementale seront conservés dans la suite de l'étude pour évaluer leur compatibilité avec les usages.

Le tableau ci-dessous rappelle les concentrations mesurées dans le miel :

Tableau 34 : concentration des dioxines-furanes dans le miel produit sur site

	2021	2022	2023	2024	Témoin (2021)
Dioxines-furanes (pg I-TEQ max OMS/g de produit)	0,088	0,24	0,15	0,21	0,07

Pour le miel, les concentrations mesurées en dioxines-furanes entre 2022 et 2024 présente des concentrations plus élevées que celle mesurée sur le miel commercial en 2021. L'impact du site actuel ne peut être écarté.

En conclusion, dans la suite de cette étude, la compatibilité des matrices alimentaires choux, miel et lait sera évaluée avec les usages identifiés.

5.4 Evaluation de la compatibilité des milieux

Lorsqu'une dégradation locale des milieux est observée, il doit être estimé dans quelle mesure cet état dégradé peut compromettre ou non la compatibilité des milieux avec les usages constatés.

Cette démarche consiste à comparer les concentrations mesurées avec les valeurs de gestion relatives à la qualité des milieux, réglementaires ou non, ou si elles n'existent pas, à réaliser une quantification des risques au moyen des feuilles de calcul appelées « grilles IEM ».

5.4.1 Comparaison aux valeurs de gestion

Pour les substances pour lesquelles une dégradation du milieu a été mise en évidence, les concentrations mesurées doivent être comparées aux valeurs réglementaires disponibles ou aux valeurs guide de qualité de milieux.

5.4.1.1 Milieu Air

Le tableau ci-dessous reprend ces éléments pour les composés pour lesquels une dégradation du milieu est constatée.

Tableau 35 : Comparaison des concentrations mesurées aux valeurs de gestion

Substances	Concentrations maximales mesurées (ng/m ³)	Valeur de gestion retenue (ng/m ³)	Valeur réglementaire française	Compatibilité du milieu Air
As	0,4	6	Valeur cible	OUI
Mn	6,5	-	-	-
Pb	1,9	500	Valeur limite pour la protection de la santé humaine	OUI

Pour les métaux pour lesquels une dégradation du milieu air est observée et possédant une valeur de gestion, les concentrations mesurées sont nettement inférieures aux valeurs réglementaires en vigueur.

Ainsi, pour l'arsenic et le plomb, le milieu air est compatible avec les usages identifiés.

Concernant le manganèse, en l'absence de valeur de comparaison, une quantification des risques sanitaires sera réalisée dans la suite de l'étude afin de vérifier la compatibilité du milieu sol avec les usages.

5.4.1.2 Denrée alimentaire

Les mesures de dioxines-furanes réalisées dans le cadre de la surveillance environnementale du site sur les denrées alimentaires sont comparées aux teneurs maximales à ne pas dépasser dans ces matrices définies par la commission européenne. Ces seuils sont également ceux retenus pour la

comparaison par Atmo Nouvelle-Aquitaine dans le cadre de la surveillance du site. Les concentrations mesurées seront donc comparées à ces valeurs.

Tableau 36 : Valeur de référence retenue pour les dioxines-furanes dans les denrées alimentaires

Denrées alimentaire	Concentration maximale mesurées	Valeur seuil retenue	Compatibilité du milieu
Lait	0,39 pg/g de MG	2,0 pg/g de MG	OUI
Miel	0,24	0,3 pg/g de PF	OUI
Choux	0,12		OUI

Les concentrations mesurées dans les aliments sont donc compatibles avec leur consommation.

5.4.2 Quantification des risques

Pour les substances qui présentent une dégradation du milieu et qui ne disposent pas de valeur de gestion, une quantification partielle des risques est nécessaire pour conclure à la compatibilité du milieu avec les usages identifiés. Le calcul d'indicateurs de risque est réalisé en considérant séparément chaque substance, chaque milieu et chaque usage concerné.

Les niveaux de risques sont exprimés sous la forme d'un quotient de danger (QD) pour les effets à seuil, et d'un excès de risque individuel (ERI) pour les effets sans seuil.

Les résultats sont interprétés selon la grille de lecture suivante, l'interprétation est faite substance par substance et milieu par milieu, les conclusions pouvant être différentes selon les substances et les voies d'exposition :

Tableau 37 : Tableau d'interprétation de l'IEM (source : Guide Ineris 2021)

Comparaison aux valeurs de gestion	OU	Quantification des risques « grille IEM » (en l'absence de valeurs de gestion)	Interprétation
Concentrations mesurées < valeurs de gestion		QD : < 0,2 ERI : < 10 ⁻⁶	L'état des milieux est compatible avec les usages
Incertitude sur la comparaison*		QD : entre 0,2 et 5 ERI : entre 10 ⁻⁶ et 10 ⁻⁴	Milieu vulnérable ³⁰ Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
Concentrations mesurées > valeurs de gestion		QD : > 5 ERI : > 10 ⁻⁴	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages
* Comparaison incertaine du fait d'incertitudes analytiques, d'un manque de représentativité des mesures, d'une évolution possible dans le futur... (voir §3.5.3 « Vulnérabilité des milieux ou incertitudes conduisant à une réflexion approfondie avant prise de décision ») et la Question 16 : « Quels sont les critères et les points de vigilance à respecter dans la comparaison des résultats de mesures ? »).			

Les calculs présentés ci-après concernent les adultes et les milieux pour lesquels une dégradation est constatée pour au moins un point de mesures.

Tableau 38 : Quantification des risques pour les substances sans valeur de gestion - Effets à seuil – voie inhalation

Substances	Concentration maximale mesurées sur un point (µg/m³)	VTR à seuil inhalation	QD inhalation	Compatibilité du milieu air
Mn	0.00065	0.3	<0.002	OUI

5.4.3 Synthèse sur l'IEM

Milieu AIR

Pour les paramètres benzène, NO₂ et PM, ainsi que le Cd et Co, aucune dégradation n'est constatée dans la zone d'influence de l'UVE actuelle par rapport à l'environnement local témoin. Pour ces paramètres, le milieu est compatible avec les usages et notamment la présence de riverains.

Pour le Mn, l'As, le Ni le Pb une dégradation est observée dans l'environnement proche du site sur un unique point. Toutefois, pour ces paramètres, le milieu est compatible avec les usages et notamment la présence de riverains.

Milieu sol

Pour l'ensemble des métaux recherchés, aucune dégradation du milieu n'a été mise en évidence. Le milieu est donc compatible avec les usages pour ces paramètres.

Pour les dioxines-furanes, aucune dégradation du milieu n'est constatée. Le milieu est donc compatible avec les usages pour ces paramètres.

Denrées alimentaires

Les concentrations mesurées dans les aliments sont compatibles avec leur consommation.

6 Evaluation Quantitative des Risques sanitaires

L'objectif de l'évaluation prospective des risques sanitaires (ERS) est d'estimer les risques sanitaires potentiellement encourus par les populations voisines et attribuables aux émissions futures de l'installation, et d'apporter des éléments d'aide à la décision pour :

- Juger de l'acceptabilité des émissions prévues compte tenu des risques estimés ;
- Valider les conditions d'émissions permettant de maintenir un niveau de risque non préoccupant ;
- Hiérarchiser les principales émissions (sources et substances) qui contribuent à ce risque, à contrôler en priorité ;
- Identifier les populations, les usages et les milieux de transfert concernés par des risques plus élevés, à surveiller en priorité et à protéger le cas échéant.

Les 4 étapes fondamentales de l'EQRS sont :

1. L'identification des dangers ;
2. L'évaluation des relations doses-réponses ;
3. L'évaluation de l'exposition ;
4. La caractérisation du risque sanitaire.

Ces différentes étapes sont présentées dans les paragraphes suivants.

6.1 Identifications des dangers et des relations dose-réponses

6.1.1 Identification des dangers

La notion de danger correspond à la propriété intrinsèque d'une substance de causer des effets néfastes à un organisme vivant qui y est exposé. L'effet néfaste désigne la conséquence de l'exposition à une substance et la toxicité d'une substance est quant à elle liée à la durée et à la voie d'exposition considérée indépendamment de la cible.

Dans le cadre de cette étude, l'ensemble des effets toxiques sont étudiés pour une exposition chronique aux substances précédemment identifiées. Seront distingués des autres effets toxiques, les effets cancérogènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (ou tératogène : modification de l'ADN) et des effets reprotoxiques (effets sur la reproduction).

6.1.2 Relation dose-réponse

6.1.2.1 Valeurs toxicologiques de référence ou VTR

La notion de dose correspond à la quantité d'une substance qui est mise en contact avec un organisme. Celle-ci est exprimée selon la voie d'exposition en milligramme par kilogramme de poids corporel et par jour (mg/kg/j) pour l'ingestion ou par la concentration inhalée pour la voie d'exposition par inhalation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

La relation dose-réponse est le rapport quantitatif entre une dose ou une concentration donnée d'une substance et les changements biologiques observés sur l'organisme exposé.

La Valeur Toxicologique de Référence (VTR) est un indice toxicologique pour une substance donnée qui permet de qualifier/quantifier le lien entre l'exposition de l'Homme à cette substance et l'occurrence ou la sévérité d'un effet nocif observé.

Selon les mécanismes d'action en jeu, deux grands types d'effets toxiques peuvent être distingués : les effets avec et sans seuil de dose. Une même substance peut produire ces deux types d'effets.

Les VTR à seuil de dose : les effets à seuil apparaissent au-delà d'une certaine dose et leur gravité est proportionnelle à la dose d'exposition. En deçà de cette dose, la survenue de l'effet est considérée comme nulle. Il s'agit des effets non cancérogènes et cancérogènes non génotoxiques.

Les VTR pour les effets à seuil sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation et en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ pour l'ingestion avec des dénominations variables selon les pays et les organismes.

Les VTR sans seuil de dose : pour les effets sans seuil, il n'existe pas de seuil minimal. Les probabilités de survenue de l'effet augmentent avec la dose. Il s'agit des effets cancérogènes génotoxiques. Les VTR des effets sans seuil de dose sont exprimées au travers d'un indice représentant un excès de risque unitaire (ERU) qui traduit la relation entre le niveau d'exposition chez l'Homme et la probabilité de développer l'effet.

L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un cancer s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance cancérogène. La dénomination proposée la plus classique est l'excès de risque unitaire par inhalation : ERUi exprimé en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$.

Ces VTR sont construites par différents organismes nationaux et internationaux :

- ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation) ;
- US-EPA (Integrated Risk Information System ; US Environmental Protection Agency) ;
- ATSDR Toxicological Profiles (US Agency for Toxic Substances and Disease Registry) ;
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé) ;
- IPCS : International Program on Chemical Safety ;
- Santé Canada (Ministère Fédéral de la Santé – Canada) ;
- RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu – Institut National de Santé Publique et de l'Environnement – Pays Bas) ;
- OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment of Californie – Etat Unis) ;
- EFSA : European Food Safety Authority.

6.1.2.2 Sélection des VTR

Lorsque plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent pour une même substance, l'identification de la VTR à retenir est réalisée selon les critères définis dans la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

Conformément à la note, la démarche suivante a été appliquée :

- Si elle existe pour la substance étudiée, la VTR de l'ANSES est retenue en priorité ;
- En l'absence de VTR ANSES, si une expertise nationale a eu lieu pour la substance étudiée, le choix réalisé dans cette expertise est retenu ;
- En l'absence de VTR ANSES et d'une expertise nationale, la VTR est choisie selon l'ordre de priorité suivant :
 - la VTR la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
 - puis, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA.

Le tableau suivant synthétise les VTR prises en compte dans le cadre de cette étude (ne sont présentées que les substances pour lesquelles au moins une VTR est disponible).

Tableau 39 : Substances gazeuses et particulaires prises en compte et VTR associées (voie par inhalation)

Substances	Effet toxique à seuil		Effet sans seuil	
	Inhalation		Inhalation	
	VTR en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Système cible	VTR en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	Système cible
Substances gazeuses				
Benzène	9,7 (ANSES 2024)	Sang	$1,6 \cdot 10^{-6}$ (ANSES 2024)	Augmentation de l'incidence de leucémie
Particules sans effets spécifiques				
Poussières $\text{PM}_{2,5}$	-	-	$1,28 \cdot 10^{-2}$ (ANSES 2024)	Décès toute cause non accidentelle
Métaux				
Plomb	0,9 (ANSES 2013)	Effets multiples	$1,2 \cdot 10^{-5}$ (INERIS 2013)	Rein
Mercure	0,03 (INERIS 2014)	Effets neurologiques	-	-
Cadmium (effets cancérigènes)	0,3 (ANSES 2012)	Tumeurs pulmonaires	-	-
Cadmium (effets non cancérigènes)	0,45 (ANSES 2012)	Reins	-	-
Cobalt	0,1 (ATSDR 2024)	-	$7,7 \cdot 10^{-3}$ (OEHHHA 2020)	
Nickel	0,23 (ANSES 2015)	Système pulmonaire-	$1,7 \cdot 10^{-4}$ (TCEQ 2011)	-
Chrome VI	0,03 (USEPA 2024)	Système pulmonaire	$2 \cdot 10^{-2}$ (USEPA, 2024)	Système pulmonaire
Arsenic	0,015 (OEHHHA 2008)	Effet sur le développement	$1,5 \cdot 10^{-4}$ (ANSES 2018)	Système pulmonaire
Manganèse	0,3 (ANSES 2018)	Système nerveux	-	-
Dioxines-furanes				
Dioxines-furanes	0,00004 (OEHHHA 2002)	Effets multiples	-	-

Tableau 40 : Substances métalliques / dioxines-furanes prises en compte et VTR associées (voie par ingestion)

Substances	Effet toxique à seuil		Effet sans seuil	
	Ingestion		Ingestion	
	VTR en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$	Organe cible	VTR en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$	Organe cible
Métaux				
Plomb	0.00063 (ANSES 2013)	Plombémie	$8,5 \cdot 10^{-3}$ (ANSES 2013)	Rein
Mercure	0,00066 (INERIS 2014)	Reins	-	-
Cadmium	0.00035 (ANSES 2017)	Risque osseux	-	-
Cobalt	0,0015 (AFSSA 2010 ANSES 2016)			
Nickel	0,013 (EFSA 2020)	-	$1,7 \cdot 10^{-4}$ (TCEQ 2011)	-
Chrome VI	0,0022 (USEPA, 2024)	Système pulmonaire	$2,7 \cdot 10^{-2}$ (USEPA, 2024)	Adénomes et carcinomes de l'intestin grêle
Arsenic	0,06 (US EPA 2025)	Lésions cutanées	31.7 (US EPA 2025)	Voie cutanée
Manganèse	0,055 (ANSES 2019)	Effets neuro-développementaux chez le nourrisson	-	-

Substances	Effet toxique à seuil		Effet sans seuil	
	Ingestion		Ingestion	
	VTR en mg/kg/j	Organe cible	VTR en (mg/kg/j) ⁻¹	Organe cible
Dioxines-furanes				
Dioxines-furanes	7.10 ⁻¹⁰ (US EPA 2012)	Effets reprotoxiques	-	-

6.1.3 Autres valeurs de comparaison

Pour une substance donnée, il est possible que les informations disponibles mettent en évidence des effets néfastes mais qu'il n'existe pas de VTR associée à ces effets. Dans ce cas de figure, la quantification du risque n'est pas possible, toutefois d'autres valeurs de comparaison peuvent être utilisées pour apprécier le risque sur la population riveraine telles que :

- Les valeurs guides construites selon des critères sanitaires et déterminées par des organismes internationaux comme l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ou nationaux comme celles du Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP).
- Les valeurs réglementaires définies dans le Code de l'environnement (articles R221-1) et dans le décret N°2010-1250 du 21 octobre 2010.

Les valeurs retenues dans le cadre de cette étude sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 41 : Synthèse des valeurs de gestion disponibles pour les traceurs d'émissions

Substance	Organe cible	Objectif de qualité de l'air	Source
NO₂	Système respiratoire	10	OMS (2021)
PM_{2,5}	Système respiratoire	5	OMS (2021)
PM₁₀	Système respiratoire	15	OMS (2021)

6.2 Quantification des expositions

6.2.1 Modélisation de la dispersion atmosphérique

6.2.1.1 Présentation du logiciel de dispersion atmosphérique

Dans le cadre de cette étude, le modèle de dispersion atmosphérique mis en œuvre est ADMS 6, logiciel de type gaussien de seconde génération. Ce type de modèle présente l'avantage d'un temps de calcul très court, permettant ainsi l'étude d'un grand nombre de situations météorologiques.

Développé depuis près de 30 ans par Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), cet outil numérique est largement utilisé et reconnu sur le territoire français, en Europe et dans le monde. Considéré par l'INERIS comme la nouvelle génération des modèles de dispersion atmosphérique gaussiens, il est reconnu par l'US EPA (Environmental Protection Agency of United-States) comme un modèle « avancé » (« advanced model »). Validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion, le « Model Validation Kit », il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.

Ce modèle nécessite la prise en compte de paramètres d'entrée spécifiques au domaine d'étude, Ils sont détaillés dans le paragraphe ci-après.

6.2.1.2 Paramètres pris en compte dans la modélisation

Description du domaine d'étude

La nature des sols peut également influencer la progression du panache. Le paramètre couramment utilisé dans les modèles de dispersion pour caractériser cette nature est la rugosité, qui représente la nature des obstacles au sol. La rugosité est un indice variant de 0.001 à 1 m. A partir des données d'occupation des sols d'images satellitaires de l'année 2018 (Corine Land Cover), il peut être affecté une rugosité propre à chaque point de la maille prise en compte.

Ainsi, la rugosité associée et intégrée au modèle est présentée sur la figure ci-dessous.

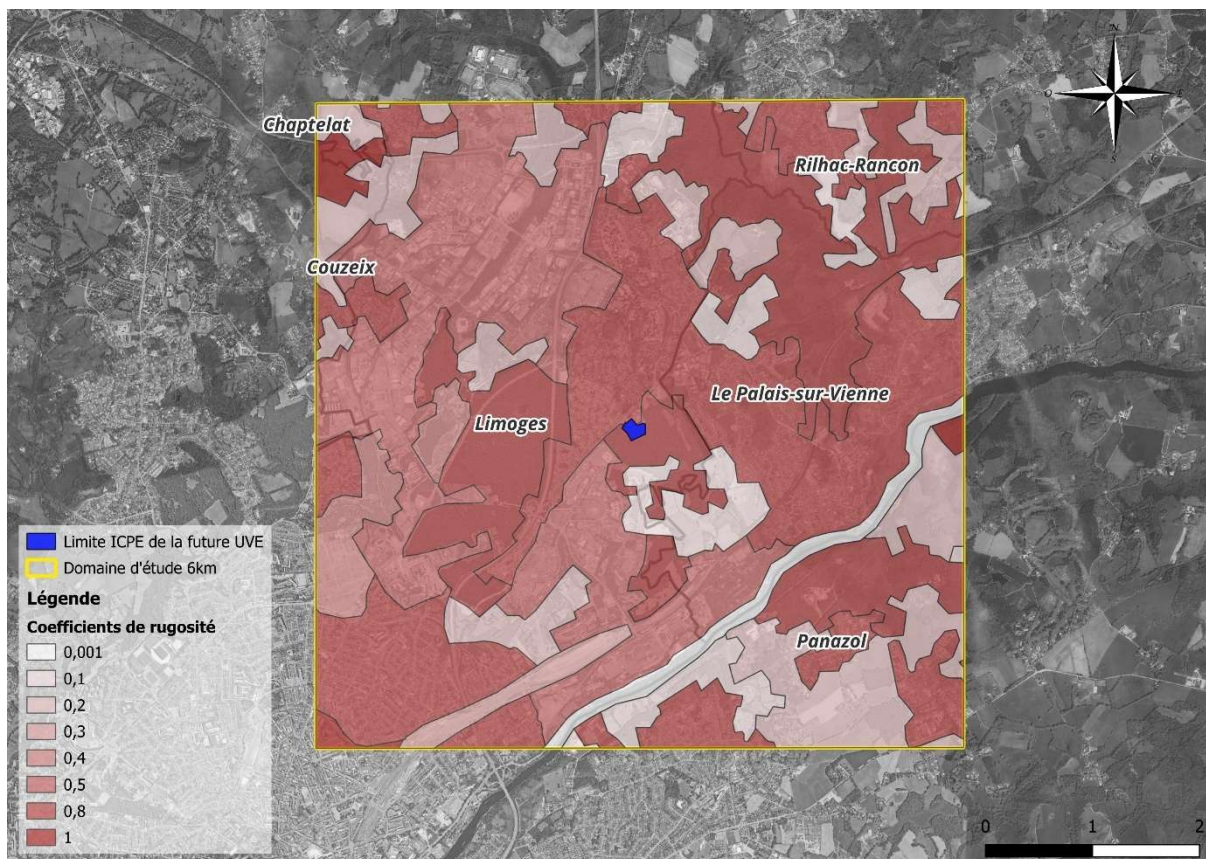


Figure 22 : Coefficients de rugosité sur le domaine d'étude

Données d'émissions

Les caractéristiques géométriques des sources ainsi que les hypothèses de rejets sont présentées dans la première partie de ce rapport (paragraphe 3.2). Elles ont été reprises dans la modélisation.

Les flux modélisés sont eux présentés au paragraphe « Estimation des émissions annuelles maximales de la future installation ». Pour la modélisation, les flux annuels sont lissés sur l'ensemble de l'année.

Prise en compte des récepteurs

Les récepteurs pris en compte dans cette étude sont listés dans le tableau suivant. Il s'agit des principales zones habitées, ainsi que des établissements recevant du public sensible les plus proches.

Tableau 42: Récepteurs pris en compte dans la modélisation

ID	Récepteurs	Typologie	Localisation par rapport au site	Distance (m)	Coordonnées géographiques (Lambert 93)	
					X	Y
R1	Riverain	Riverains	Nord-Est	837	568751.6	6531815.8
T2	Legrand Sitel	Travailleur	Sud-Ouest	269	567693.3	6530967.3
R3	Riverains	Riverains	Ouest	646	567233.4	6531047.9
T4	Laboratoire	Travailleur	Nord	36	568048.6	6531447.1
R5	Riverains	Riverains	Nord	1015	568140.09	6532457.2
R6	Riverains	Riverains	Sud-Ouest	1170	567146.6	6530270.0
R7	Riverains	Riverains	Est	436	568472.6	6531346.3
R8	Riverains	Riverains	Est	942	568912.8	6530810.9
R9	Riverains	Riverains	Ouest	65	567737.0	6531261.7
R10	Riverains	Riverains	Sud	398	567900.0	6530719.4
R11	Riverains	Riverains	Nord	416	568207.7	6531798.0
R12	Riverains	Riverains	Nord	51	567974.3	6531485.0

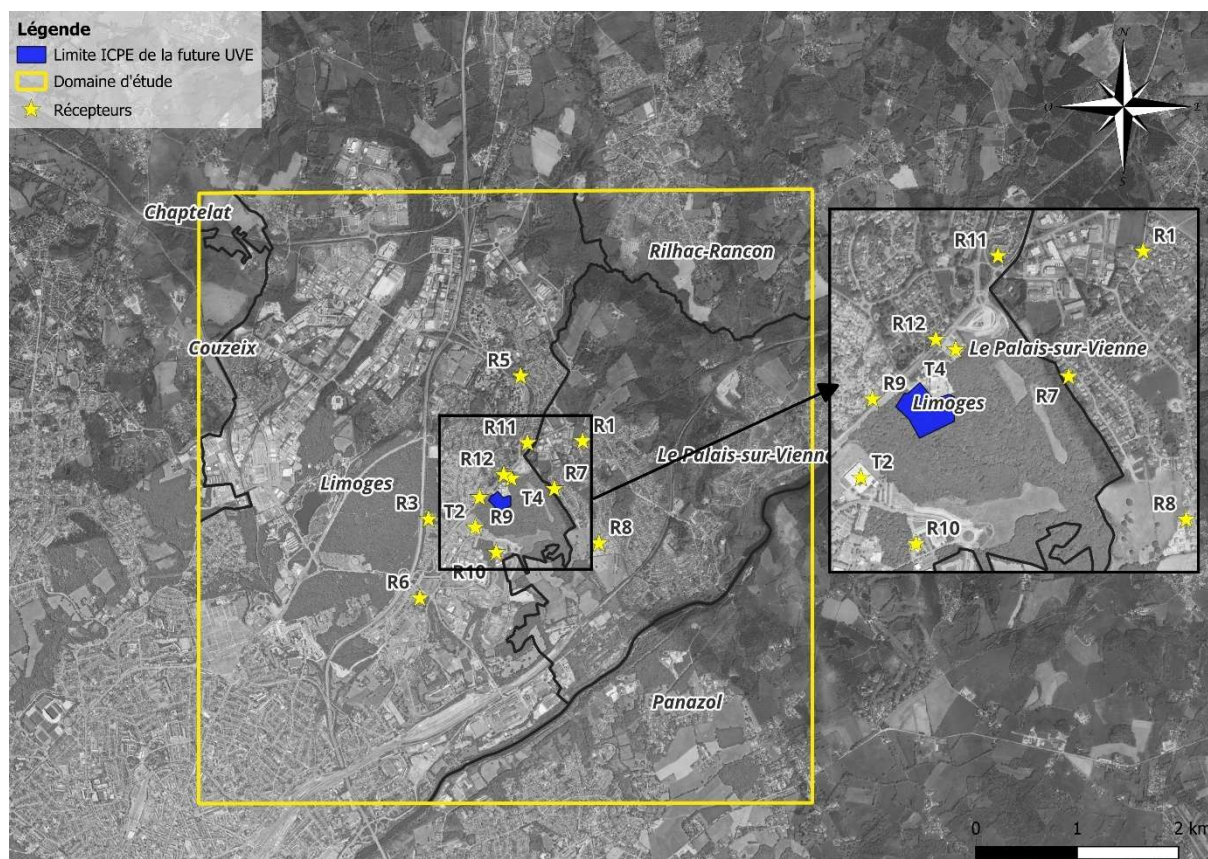


Figure 23 : Récepteurs pris en compte dans la modélisation

Données météorologiques prises en compte dans la modélisation

Les conditions météorologiques présentes sur la zone d'étude ont une influence sur la dispersion atmosphérique des substances. En effet, suivant ces dernières, les concentrations modélisées à hauteur d'homme peuvent varier de façon significative.

Les données météorologiques nécessaires à la modélisation de la dispersion atmosphérique sont :

- La direction du vent,
- La vitesse du vent,
- La température extérieure,
- La pluviométrie,
- La nébulosité (paramètre de couverture nuageuse permettant de caractériser les propriétés diffusives de l'atmosphère).

La station Météo-France à partir de laquelle ont été extraites les données météorologiques horaires sur 3 ans est la station de Limoges-Bellegarde (id = 87085006 ; distance = 8.7 km du site).

La rose des vents issue de cette chronique météorologique est la suivante :

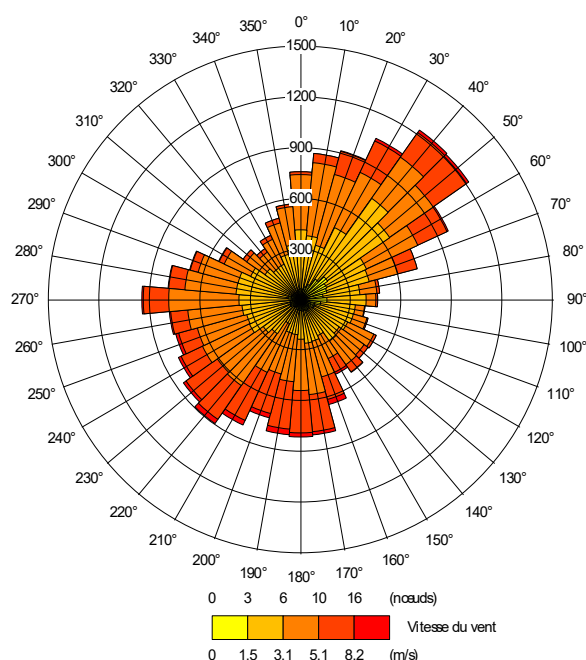


Figure 24 : Rose des vents 2022 - 2024

D'après les données enregistrées par la station Météo-France de Limoges-Bellegarde pour ces trois dernières années (2022, 2023, 2024), les vents dominants suivent deux orientations distinctes : ouest et sud-est. La répartition des classes de vents est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 43 : Répartition des classes de vents à la station de Limoges-Bellegarde de 2022 à 2024

	Vents faibles	Vents modérés			Vents forts
Classe de vitesses de vents (m/s)	[0 - 1,5]	[1,5 - 3,1]	[3,1 - 5,1]	[5,1 - 8,2]	> 8,2
Occurrence	12,4 %	37,7 %	32,6 %	15,9 %	1,4 %

Entre 2022 et 2024, les vents très faibles (vents inférieurs à 1,5 m/s) représentent 12 % des vents sur la zone. Les vents faibles à modérés (compris entre 1,5 et 8,2 m/s) sont quant à eux présents 86 % du temps. Enfin, les vents forts (supérieurs à 8,2 m/s) sont présents moins de 2 % du temps.

Ces 3 années sont représentatives des conditions observées sur la zone et comparables à la rose des vents décennales présentée au paragraphe 4.3.4.2 Météorologie.

6.2.1.3 Présentation des résultats des concentrations modélisées

Les figures ci-après présentent les concentrations annuelles modélisées pour une sélection de substances d'intérêt.

Le choix des représentations cartographiques s'est porté sur les composés pour lesquels il y a traditionnellement une sensibilité du public accrue et pour lesquelles les concentrations calculées permettent une représentation cartographique.

Les cartes ci-dessous illustrent les concentrations en dioxyde d'azote (NO_2), Particules (PM_{10}) ainsi que les dépôts des dioxines-furanes sur l'ensemble du domaine d'étude pour le futur site.



Figure 25 : Concentrations en NO_2 sur le domaine d'étude ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figure 26 : Concentrations en PM₁₀ sur le domaine d'étude (µg/m³)

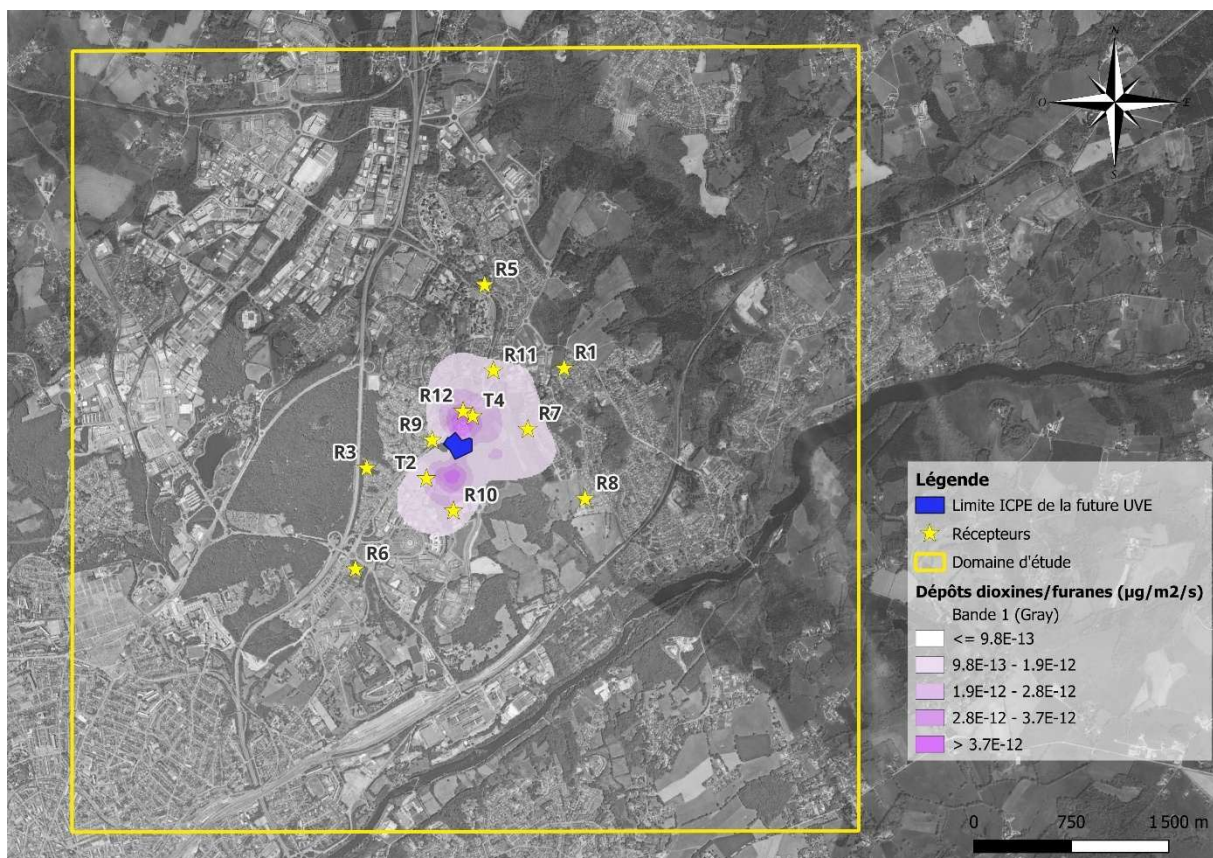


Figure 27 : Dépôts des dioxines-furanes sur le domaine d'étude (µg/m²/s)

Les tableaux ci-après présentent les concentrations moyennes annuelles modélisées au niveau des récepteurs et pour chaque substance d'intérêt étudiée pour le scénario 1.

Tableau 44 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des substances gazeuses et des particules au niveau des récepteurs retenus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – scénario 1

Points	Concentrations moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Benzène	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	H ₂ S
R1	0,006	0,19	0,006	0,008	0,001
T2	0,029	0,88	0,029	0,041	0,006
R3	0,006	0,18	0,006	0,008	0,002
T4	0,030	0,90	0,023	0,039	0,004
R5	0,005	0,14	0,004	0,006	0,0005
R6	0,008	0,24	0,006	0,010	0,001
R7	0,012	0,37	0,012	0,016	0,002
R8	0,006	0,17	0,005	0,007	0,001
R9	0,014	0,47	0,021	0,029	0,007
R10	0,027	0,83	0,017	0,032	0,002
R11	0,011	0,33	0,010	0,014	0,001
R12	0,034	1,03	0,031	0,045	0,004

Tableau 45 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des métaux et des dioxines-furanes au niveau des récepteurs retenus (ng/m^3) – scénario 1

Points	Concentrations moyenne (ng/m^3)							
	Cd	Hg	As	Pb	CrVI	Mn	Co	Dioxines - furanes
R1	0,0146	0,1506	0,00014	0,0057	0,0009	0,0125	0,0002	0,00000004
T2	0,0666	0,6758	0,00063	0,0263	0,0041	0,0571	0,0008	0,00000017
R3	0,0133	0,1375	0,00012	0,0052	0,0008	0,0114	0,0002	0,00000003
T4	0,0653	0,6881	0,00061	0,0257	0,0041	0,0559	0,0007	0,00000017
R5	0,0102	0,1082	0,00010	0,0040	0,0006	0,0088	0,0001	0,00000003
R6	0,0166	0,1792	0,00016	0,0065	0,0010	0,0142	0,0002	0,00000004
R7	0,0283	0,2853	0,00027	0,0111	0,0018	0,0242	0,0003	0,00000007
R8	0,0128	0,1333	0,00012	0,0050	0,0008	0,0110	0,0001	0,00000003
R9	0,0331	0,3320	0,00031	0,0130	0,0021	0,0283	0,0004	0,00000008
R10	0,0551	0,5853	0,00052	0,0217	0,0034	0,0472	0,0006	0,00000015
R11	0,0244	0,2518	0,00023	0,0096	0,0015	0,0209	0,0003	0,00000006
R12	0,0774	0,7966	0,00073	0,0305	0,0048	0,0663	0,0009	0,00000020

Le tableau ci-dessous présente les dépôts moyens annuels modélisés au niveau des récepteurs et pour chaque traceur de risque particuliers (métaux et dioxines-furanes) étudiés.

Tableau 46 : Dépôts moyens annuels modélisés des traceurs de risques particuliers au niveau des récepteurs retenus – scénario 1

Points	Dépôts moyens ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)								
	Cd	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Co	Dioxines-Furanes
R1	2,1E-07	9,9E-07	2,7E-09	1,0E-07	1,6E-08	2,2E-07	7,0E-07	2.74E-09	6,5E-13
T2	7,0E-07	2,4E-06	9,3E-09	3,5E-07	5,5E-08	7,6E-07	2,4E-06	9.31E-09	2,2E-12
R3	1,1E-07	4,9E-07	1,5E-09	5,6E-08	8,9E-09	1,2E-07	3,8E-07	1.49E-09	3,5E-13
T4	1,0E-06	4,3E-06	1,4E-08	5,1E-07	8,0E-08	1,1E-06	3,5E-06	1.35E-08	3,3E-12
R5	1,5E-07	7,1E-07	1,9E-09	7,3E-08	1,2E-08	1,6E-07	5,0E-07	1.94E-09	4,6E-13
R6	1,5E-07	5,8E-07	2,0E-09	7,4E-08	1,2E-08	1,6E-07	5,0E-07	1.96E-09	4,6E-13
R7	4,0E-07	1,9E-06	5,3E-09	2,0E-07	3,1E-08	4,3E-07	1,4E-06	5.28E-09	1,2E-12
R8	1,5E-07	6,9E-07	1,9E-09	7,2E-08	1,1E-08	1,6E-07	5,0E-07	1.93E-09	4,5E-13
R9	3,2E-07	1,6E-06	4,3E-09	1,6E-07	2,5E-08	3,5E-07	1,1E-06	4.25E-09	9,9E-13
R10	5,0E-07	1,9E-06	6,6E-09	2,5E-07	3,9E-08	5,4E-07	1,7E-06	6.58E-09	1,6E-12
R11	3,7E-07	1,6E-06	4,8E-09	1,8E-07	2,9E-08	4,0E-07	1,2E-06	4.85E-09	1,2E-12

Les tableaux ci-après présentent les concentrations moyennes annuelles modélisées au niveau des récepteurs et pour chaque substance d'intérêt étudiée pour le scénario 2.

Tableau 47 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des substances gazeuses et des particules au niveau des récepteurs retenus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – scénario 2

Points	Concentrations moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Benzène	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	H ₂ S
R1	0,006	0,64	0,020	0,030	0,001
T2	0,029	2,92	0,104	0,145	0,006
R3	0,006	0,61	0,021	0,028	0,002
T4	0,030	2,99	0,082	0,136	0,004
R5	0,005	0,48	0,014	0,021	0,0005
R6	0,008	0,79	0,023	0,034	0,001
R7	0,012	1,21	0,043	0,058	0,002
R8	0,006	0,57	0,018	0,026	0,001
R9	0,014	1,56	0,075	0,103	0,007
R10	0,027	2,75	0,060	0,112	0,002
R11	0,011	1,08	0,035	0,050	0,001
R12	0,034	3,41	0,110	0,160	0,004

Tableau 48 : Concentrations moyennes annuelles modélisées des métaux et des dioxines-furanes au niveau des récepteurs retenus (ng/m³) – scenario 2

Points	Concentrations moyenne (ng/m ³)							
	Cd	Hg	As	Pb	CrVI	Mn	Co	Dioxines - furanes
R1	0.1192	1.1876	0.0028	0.1167	0.0184	0.2537	0.7964	0.00000029
T2	0.5442	5.3281	0.0127	0.5332	0.0840	1.1587	3.6369	0.00000132
R3	0.1088	1.0840	0.0025	0.1065	0.0168	0.2315	0.7268	0.00000026
T4	0.5333	5.4254	0.0124	0.5224	0.0823	1.1353	3.5637	0.00000135
R5	0.0836	0.8534	0.0020	0.0819	0.0129	0.1779	0.5585	0.00000020
R6	0.1355	1.4130	0.0032	0.1328	0.0209	0.2886	0.9058	0.00000033
R7	0.2310	2.2494	0.0054	0.2264	0.0357	0.4919	1.5440	0.00000056
R8	0.1045	1.0508	0.0024	0.1024	0.0161	0.2225	0.6985	0.00000025
R9	0.2703	2.6173	0.0063	0.2648	0.0417	0.5755	1.8066	0.00000066
R10	0.4499	4.6147	0.0105	0.4407	0.0694	0.9578	3.0065	0.00000117
R11	0.1996	1.9852	0.0047	0.1955	0.0308	0.4250	1.3339	0.00000049
R12	0.6325	6.2806	0.0148	0.6196	0.0976	1.3465	4.2266	0.00000156

Le tableau ci-dessous présente les dépôts moyens annuels modélisés au niveau des récepteurs et pour chaque traceur de risque particuliers (métaux et dioxines-furanes) étudié.

Tableau 49 : Dépôts moyens annuels modélisés des traceurs de risques particuliers au niveau des récepteurs retenus – scenario 2

Points	Dépôts moyens (µg/m ² /s)								
	Cd	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Co	Dioxines-Furanes
R1	1.63E-06	7.77E-06	5.57E-08	2.09E-06	3.31E-07	4.55E-06	1.43E-05	5.57E-08	1.32E-11
T2	5.54E-06	1.92E-05	1.89E-07	7.09E-06	1.13E-06	1.54E-05	4.85E-05	1.89E-07	4.43E-11
R3	8.83E-07	3.86E-06	3.03E-08	1.13E-06	1.80E-07	2.46E-06	7.76E-06	3.03E-08	7.05E-12
T4	8.04E-06	3.41E-05	2.74E-07	1.03E-05	1.63E-06	2.23E-05	7.05E-05	2.74E-07	6.72E-11
R5	1.15E-06	5.58E-06	3.94E-08	1.47E-06	2.34E-07	3.21E-06	1.01E-05	3.94E-08	9.28E-12
R6	1.17E-06	4.60E-06	3.98E-08	1.50E-06	2.38E-07	3.25E-06	1.02E-05	3.98E-08	9.30E-12
R7	3.15E-06	1.49E-05	1.07E-07	4.02E-06	6.38E-07	8.73E-06	2.74E-05	1.07E-07	2.54E-11
R8	1.15E-06	5.46E-06	3.92E-08	1.47E-06	2.34E-07	3.19E-06	1.01E-05	3.92E-08	9.22E-12
R9	2.53E-06	1.26E-05	8.63E-08	3.23E-06	5.14E-07	7.03E-06	2.21E-05	8.63E-08	2.02E-11
R10	3.91E-06	1.48E-05	1.34E-07	5.02E-06	7.94E-07	1.09E-05	3.43E-05	1.34E-07	3.25E-11
R11	2.89E-06	1.26E-05	9.85E-08	3.70E-06	5.85E-07	8.02E-06	2.52E-05	9.85E-08	2.36E-11

6.2.2 Estimation des doses d'exposition

6.2.2.1 Méthodologie

Voie d'exposition Inhalation

La dose d'exposition correspond à la quantité de substances (particulaires ou gazeuses) susceptibles de pénétrer dans l'organisme. Conformément au guide, la notion d'absorption n'est pas intégrée dans les équations, c'est-à-dire que la quantité totale présente dans le milieu est considérée comme absorbée par l'organisme.

Pour la voie d'exposition par inhalation, la dose d'exposition correspond à la quantité de substances susceptibles de pénétrer dans l'organisme par les voies respiratoires. Pour cette voie, l'exposition est exprimée en concentration moyenne inhalée et calculée par la formule suivante :

$$CI = \frac{Ci \times D \times Ti}{Tm}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne d'exposition (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- D : fraction du temps d'exposition sur une année (en 100 %)
- Ti : durée d'exposition à la concentration Ci en années (1 an pour les effets à seuil et 30 ans pour les effets sans seuil)
- Tm : période sur laquelle l'exposition est moyennée (en année, T=70 ans pour les effets sans seuil et T=ti pour les effets à seuil)

La concentration inhalée est calculée via un modèle de dispersion atmosphérique.

Voie d'exposition Ingestion

Pour la voie ingestion, la dose d'exposition correspond à la quantité de substances ingérée par un individu via les différentes matrices. Pour cette voie, l'exposition est exprimée en dose journalière d'exposition (DJE) calculée par la formule suivante :

$$DJE = \frac{\sum Qi \times Ci \times fi}{P} \times \frac{Ti}{Tm}$$

Avec :

- DJE : dose journalière d'exposition (en $\text{mg}/\text{kg}_{\text{pc}}/\text{jour}$) ou kg_{pc} correspond au kilogramme de poids corporel
- Ci : concentration dans la matrice ingérée (en mg/kg)
- Qi : quantité de matrice ingérée (en kg/j)
- P : poids corporel de la cible
- fi : fraction de la quantité de matrice i ingérée et exposée à la contamination
- ti : durée d'exposition en années (6 ans enfants et 30 ans adulte)
- Tm : période sur laquelle l'exposition est moyennée (en année, T=70 ans pour les effets sans seuil et T=ti pour les effets à seuil)

Les DJE sont calculées pour l'ingestion directe de terre (voie d'exposition prépondérante chez l'enfant), de végétaux (racines et feuilles). Pour les dioxines-furanes, les DJE sont également calculées pour l'ingestion de matrices animales : bœuf, volaille, œuf et lait.

Les doses d'exposition par ingestion sont estimées sur la base des concentrations modélisées dans les différents milieux, du facteur de bioconcentration ainsi que les habitudes de consommation des individus (quantité ingérée par jour et pourcentage d'autoconsommation). Ces habitudes de

consommation sont issues de la base ciblex. Les paramètres d'exposition retenus sont présentés en Annexe 7 : Paramètres d'exposition.

Les tableaux suivants présentent les concentrations moyennes d'exposition calculées pour chaque scénario sur la base des concentrations modélisées au niveau des récepteurs les plus impactés. Les calculs pour l'ensemble des récepteurs sont présentés en Annexe 8 : Dose d'exposition.

6.2.2.2 Voie inhalation

Les tableaux suivants présentent les concentrations moyennes d'exposition calculées pour chaque scénario sur la base des concentrations modélisées au niveau des récepteurs les plus impactés (R12 / T2). Les concentrations moyennes d'exposition suivant le scénario, sont construites de la manière suivante :

Tableau 50 : Construction des scénarios retenus

Scenario	Description du scénario
Riverain (R12) Adulte et enfant	100 % du temps passé au niveau de l'habitation la plus exposée (où les concentrations sont les plus élevées)
Travailleur (T2) Adulte	20 % du temps (8 h/j, 218 j/an) dans l'entreprise (T2) 80 % au niveau de l'habitation la plus exposée (R12) : il est considéré dans ce scénario que les travailleurs T2 vivent au niveau de l'habitation la plus impactée.

Ne sont présentés dans ces tableaux uniquement les traceurs de risques pour lesquels une VTR existe pour la voie inhalation. Les traceurs d'émissions (PM10 /PM2.5 et NO₂) seront présentés après dans un paragraphe spécifique.

Tableau 51 : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques à seuil– voie inhalation – scénario 1

Substances	CI à seuil (µg/m3)	
	R12 Enfant / adulte	T2/R12 Adulte
Benzène	0,03	0,03
H ₂ S	0,0042	0,0046
Cd	0,0001	0,0001
Hg	0,0008	0,0008
As	0,0000007	0,0000007
Pb	0,00003	0,00003
Cr VI	0,000005	0,000005
Ni	0,0001	0,0001
Mn	0,0002	0,0002
Co	0,000001	0,000001
Dioxines furanes	0,0000000002	0,0000000002

Tableau 52 : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques sans seuil – scenario 1

Substances	CI sans seuil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹		
	R12 Enfant	R12 Adulte	T2/R12 Adulte
Benzène	2,90E-03	1,45E-02	1,40E-02
As	6,23E-08	3,11E-07	3,03E-07
Pb	2,62E-06	1,31E-05	1,27E-05
Cr VI	4,12E-07	2,06E-06	2,00E-06
Ni	5,68E-06	2,84E-05	2,76E-05
Co	7,52E-08	3,76E-07	3,65E-07

Tableau 53 : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques à seuil– voie inhalation – scenario 2

Substances	CI à seuil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	R12 Enfant / adulte	T2/R12 Adulte
Benzène	0,03	0,03
H ₂ S	0,0042	0,0046
Cd	0,0006	0,0006
Hg	0,0062	0,0060
As	0,0000147	0,0000143
Pb	0,00062	0,00060
Cr VI	0,000097	0,000095
Ni	0,0013	0,0013
Mn	0,0042	0,0041
Co	0,000018	0,000017
Dioxines furanes	0,0000000016	0,0000000015

Tableau 54: : Concentrations moyennes d'exposition pour les effets toxiques sans seuil – scenario 2

Substances	CI sans seuil ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹		
	R12 Enfant	R12 Adulte	T2/R12 Adulte
Benzène	2,90E-03	1,45E-02	1,40E-02
As	5,33E-04	2,66E-03	2,58E-03
Pb	1,26E-06	6,32E-06	6,14E-06
Cr VI	5,30E-05	2,65E-04	2,58E-04
Ni	8,36E-06	4,18E-05	4,06E-05
Co	1,15E-04	5,76E-04	5,60E-04

6.2.2.3 Voie ingestion

Les tableaux suivants présentent les doses journalières d'exposition calculées pour chaque scenario sur la base des dépôts modélisés au niveau du récepteur riverain le plus impactés (R12), du transfert dans les différents milieux ainsi que de la quantité du milieu absorbé par jour. Les équations et paramètres mis en jeu sont présentés en Annexe 8 : Dose d'exposition.

Tableau 55 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques à seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion -scenario 1

Substances	DJE – effet à seuil (mg/kg/j)		
	Adulte-R12	Vie entière-R12	Enfant-R12
Cd	2,77E-08	5,3E-08	2,22E-07
Hg	7,76E-08	1,6E-07	5,13E-07
As	2,34E-10	5,1E-10	1,65E-09
Pb	9,00E-09	2,0E-08	6,27E-08
Cr VI	1,37E-09	3,1E-09	9,79E-09
Ni	1,93E-08	4,3E-08	1,36E-07
Mn	3,20E-07	4,9E-07	1,15E-06
Co	2,25E-10	5,1E-10	1,63E-09
Dioxines-furanes (ITEQ)	1,38E-11	1,6E-11	2,37E-11

Tableau 56 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques sans seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion – scenario 1

Substances	DJE - effet sans seuil (mg/kg/j) ⁻¹		
	Enfant-R12	Adulte-R12	Vie entière R12
As	1,41E-10	1,00E-10	2,22E-10
Pb	5,37E-09	3,86E-09	8,46E-09
Cr VI	8,39E-10	5,87E-10	1,31E-09
Ni	1,17E-08	8,27E-09	1,83E-08

Tableau 57 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques à seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion – scenario 2

Substances	DJE – effet à seuil (mg/kg/j)		
	Adulte-R12	Vie entière-R12	Enfant-R12
Cd	2,18E-07	4,17E-07	1,75E-06
Hg	6,12E-07	1,30E-06	4,04E-06
As	4,75E-09	1,05E-08	3,35E-08
Pb	1,83E-07	4,02E-07	1,27E-06
Cr VI	2,78E-08	6,21E-08	1,99E-07
Ni	3,92E-07	8,67E-07	2,76E-06
Mn	6,50E-06	6,50E-06	2,34E-05
Co	4,57E-09	1,03E-08	3,31E-08
Dioxines-furanes (ITEQ)	1,09E-10	1,25E-10	1,87E-10

Tableau 58 : Dose journalière d'exposition pour les effets toxiques sans seuil pour les scénarios retenus – voie ingestion – scénario 2

Substances	DJE - effet sans seuil (mg/kg/j) ⁻¹		
	Enfant-R12	Adulte-R12	Vie entière R12
As	2,04E-09	4,50E-09	2,87E-09
Pb	7,83E-08	1,72E-07	1,09E-07
Cr VI	1,19E-08	2,66E-08	1,70E-08
Ni	1,68E-07	3,71E-07	2,37E-07

6.3 Caractérisation des risques sanitaires

6.3.1 Méthode de calculs

L'EQRS aboutira au calcul d'indicateurs exprimant quantitativement les risques potentiels encourus par les populations du fait de la contamination des milieux d'exposition :

- Les quotients de danger (QD) pour les effets à seuil ;
- L'excès de risque individuel (ERI) pour les effets sans seuil,

La quantification du risque est calculée de la manière suivante :

- **Pour les effets à seuil :**

$$QD_{inh} = \frac{CI}{VTR_{inh}}$$

$$QD_{ing} = \frac{DJE}{VTR_{ing}}$$

Avec :

- QD_{inh} et QD_{ing} respectivement Quotient de Danger inhalation et ingestion
- CI : concentration inhalée (µg/m³)
- DJE : Dose journalière d'exposition (mg/kg/j)
- VTR_{inh} : VTR à seuil pour la voie d'exposition par inhalation (µg/m³)
- VTR_{ing} : VTR à seuil pour la voie d'exposition par ingestion (mg/kg/j)

Conformément à la circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, « la valeur de référence retenue au niveau international par les organismes ou agences en charge de la protection de la santé est de «1 ». En deçà de cette valeur, le risque est considéré comme non préoccupant. Conformément au guide INERIS et aux pratiques en vigueur, les QD des traceurs de risques sont sommés tous ensemble (QD sommé) ou sommés par organes cibles. Afin de considérer l'exposition simultanée aux différents composés, la seule manière de considérer les interactions possibles entre eux (effets cocktails)

- **Pour les effets sans seuil :**

$$ER_{linh} = CI \times ER_{Uinh}$$

$$ER_{ling} = \sum DJe \times ER_{Uing}$$

Avec :

- ER_{linh} et ER_{ling} respectivement Excès de risque individuel inhalation et ingestion
- CI : concentration inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹
- DJE : Dose journalière d'exposition pour chaque matrice étudiée (sol /végétaux /matrice animale) ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)⁻¹
- ER_{Uinh} et ER_{Uing} respectivement Excès de risque unitaire pour la voie d'exposition par inhalation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹ et par ingestion ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)⁻¹

Conformément à la circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation, « la valeur de référence retenue au niveau international par les organismes ou agences en charge de la protection de la santé est de 1.10^{-5} », soit la probabilité de développer un cancer supplémentaire, par rapport à une population non exposée, pour 100 000 personnes exposées durant la vie entière. En deçà de cette valeur, le risque est considéré comme non préoccupant.

Les paragraphes suivants présentent les calculs de risques pour chaque scénario sur la base des concentrations modélisées au niveau des récepteurs les plus impactés. Les calculs pour l'ensemble des récepteurs sont présentés en Annexe 9 : calculs de risque.

6.3.2 Calculs des risques

6.3.2.1 Effets à seuil

Risque par inhalation

Le tableau suivant présente le résultat du calcul des QD pour la voie d'exposition par inhalation, pour les traceurs de risque et pour chaque scénario retenu (R12 – T2/R12). Les résultats pour l'ensemble des scénarios sont présentés en Annexe 9 : calculs de risque.

Tableau 59 : Quotient de danger – inhalation – scénario 1

Substance	VTR (µg/m³)	QD inhalation	
		R12 Enfant / adulte	T2/R12 Adulte
Benzène	9,7	0,003	0,003
H ₂ S	2	0,002	0,002
Cd (effet cancérigène)	0,45	< 0,001	< 0,001
Cd (effet non cancérigène)	0,3	< 0,001	< 0,001
Hg	0,03	0,027	0,026
As	0,015	< 0,001	< 0,001
Pb	0,9	< 0,001	< 0,001
Cr VI	0,03	< 0,001	< 0,001
Ni	0,23	< 0,001	< 0,001
Mn	0,3	0,001	0,001
Co	0,1	< 0,001	< 0,001
Dioxines - furanes	0,00004	< 0,001	< 0,001
QD sommé		0,034	0,033

Tableau 60 : Quotient de danger – inhalation – scénario 2

Substance	VTR (µg/m³)	QD inhalation	
		R12 Enfant / adulte	T2/R12 Adulte
Benzène	9,7	0,003	0,003
H ₂ S	2	0,002	0,002
Cd (effet cancérigène)	0,45	0,001	0,001
Cd (effet non cancérigène)	0,3	0,002	0,002
Hg	0,03	0,207	0,0201
As	0,015	0,001	0,001
Pb	0,9	< 0,001	< 0,001
Cr VI	0,03	0,003	0,003
Ni	0,23	0,006	0,006
Mn	0,3	0,014	0,014
Co	0,1	< 0,001	< 0,001
Dioxines - furanes	0,00004	< 0,001	< 0,001
QD sommé		0,24	0,24

Sur la base des hypothèses considérées dans cette étude, le QD de toutes les substances considérées est inférieur à la valeur repère de 1 au niveau du riverain le plus impacté. Le QD sommé de l'ensemble des substances est également inférieur à la valeur de 1 pour les 2 scénarios étudiés.

Le mercure est le traceur de risque qui représente 79 % du QD sommé pour le scénario 1 et 86 % pour le scénario 2.

Le risque chronique par inhalation pour les effets à seuil, lié aux rejets atmosphériques du futur site est donc non significatif.

Risque par ingestion

Le tableau suivant présente le résultat du calcul des QD pour la voie d'exposition par ingestion, pour les traceurs de risque et pour le récepteur de type riverain le plus impacté : adulte et enfant. Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont présentés en annexe 6.

Tableau 61 : Quotient de danger – Ingestion – scénario 1

Substance	VTR (µg/m3)	QD Ingestion		
		Adulte – R12	Enfant - R12	Vie entière- R12
Cd	0,00035	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Hg	0,00066	< 0,001	< 0,001	< 0,001
As	0,06	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Pb	0,00063	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cr VI	0,0022	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Ni	0,0028	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Mn	0,055	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Co	0,0015	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Dioxines - furanes	7E-10	< 0,001	< 0,001	< 0,001
QD sommé		< 0,001	0,002	0,001

Tableau 62 : Quotient de danger – Ingestion – scénario 2

Substance	VTR (µg/m3)	QD Ingestion		
		Adulte - R12	Enfant - R12	Vie entière- R12
Cd	0,00035	< 0.001	0.0050	0.001
Hg	0,00066	< 0.001	0.0061	0.002
As	0,06	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Pb	0,00063	< 0.001	0.002	< 0.001
Cr VI	0,0022	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Ni	0,0028	< 0.001	0.0021	< 0.001
Mn	0,055	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Co	0,0015	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Dioxines - furanes	7E-10	< 0.001	< 0.001	< 0.001
QD sommé		0.003	0.017	0.005

Sur la base des hypothèses considérées dans cette étude, le QD de toutes les substances considérées est significativement inférieur à la valeur repère de 1 pour l'enfant et l'adulte riverain pour les 2 scénarios étudiés.

Le risque chronique par ingestion pour les effets à seuil, lié aux rejets atmosphériques du futur site est donc non significatif

6.3.2.2 Effets sans seuil

Risque par inhalation

Le tableau suivant présente le résultat du calcul de ERI pour les polluants concernés et le récepteur le plus impacté de type riverain (R12), et le récepteur le plus impacté de type travailleur (T2). Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont présentés en annexe 6.

Tableau 63 : ERI pour les récepteurs les plus impactés – voie inhalation – scénario 1

Substance	ERU ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	ERI		
		Enfant-R12	Adulte-R12	Adulte-T2/R12
Benzène	1,6E-06	4,6E-09	2,3E-08	2.2E-08
As	1,5E-04	9,3E-12	4,7E-11	4.5E-11
Pb	1,2E-05	3,1E-11	1,6E-10	1.5E-10
Cr VI	4,0E-02	1,6E-08	8,2E-08	8.0E-08
Ni	1,7E-04	9,7E-10	4,8E-09	4.7E-09
Co	7,7E-03	5,8E-10	2,9E-09	2.8E-09
ERI sommé		2,3E-08	1,1E-07	1,1E-07

Tableau 64 : ERI pour les récepteurs les plus impactés – voie inhalation – scénario 2

Substance	ERU ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	ERI		
		Enfant-R12	Adulte-R12	Adulte-T2/R12
Benzène	1,6E-06	4,6E-09	2,3E-08	2.2E-08
As	1,5E-04	1.9E-10	9.5E-10	9.2E-10
Pb	1,2E-05	6.4E-10	3.2E-09	3.1E-09
Cr VI	4,0E-02	3.3E-07	1.7E-06	1.6E-06
Ni	1,7E-04	2.0E-08	9.8E-08	9.5E-08
Co	7,7E-03	1.2E-08	5.9E-08	5.7E-08
ERI sommé		3.7E-07	1.9E-06	1.8E-06

Sur la base des hypothèses considérées dans cette étude, l'excès de risque individuel du riverain et du travailleur le plus exposé est faible et inférieur à la valeur repère de 10^{-5} . L'ERI sommé pour la voie inhalation au niveau du récepteur le plus impacté est plus de 100 fois inférieur à la valeur repère.

Le risque chronique par inhalation pour les effets sans seuil, lié aux rejets atmosphériques du futur site est donc non significatif.

Cas spécifique des PM_{2.5}

Cette substance est traitée à part en l'absence de consensus ou de recommandations sur des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant. En effet, contrairement à de nombreuses substances chimiques pour lesquelles un niveau acceptable de risque de cancer de 10^{-4} à 10^{-6} est souvent utilisé dans l'élaboration de valeurs réglementaires, 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).

Pour les effets sans seuil liés aux PM_{2.5}, le calcul de risque est présenté dans le tableau suivant :

Tableau 65 : Excès de risque vie entière (ELR) pour la voie inhalation au niveau du récepteur le plus impacté

Scenario	ERU ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	ELR		
		Riverain (R12)		Travailleur (T2/R12)
		Adulte	Enfant	Adulte
1	1,28E-02	2,5E-04	5,0E-05	2,4E-04
2		3,1E-03	6,2E-04	3,0E-03

Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont présentés en annexe 4.

Pour les particules de l'air ambiant, les concentrations les plus faibles observées en France sont associées à un niveau de risque de l'ordre de 10^{-3} pour le cancer du poumon et le petit poids de naissance, et de l'ordre de 10^{-2} pour l'asthme et les décès anticipés.

A titre indicatif, les niveaux d'excès de risque de décès anticipés « vie entière », correspondant à l'exposition à une concentration en PM_{2.5} équivalente aux valeurs guides et aux valeurs cibles intermédiaires recommandées par l'OMS, varient de $5,7 \cdot 10^{-2}$ à $2,6 \cdot 10^{-1}$. Les risques calculés dans le cadre de cette étude sont plus de 200 fois inférieurs au récepteur le plus impacté.

Risque par ingestion

Le tableau suivant présente le résultat du calcul de ERI pour les substances concernées et pour récepteur riverain le plus impacté. Les résultats pour l'ensemble des récepteurs sont présentés en annexe 6.

Tableau 66 : Excès de risque individuel par ingestion – scenario 1

Substance	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ERI		
		Adulte - R12	Vie entière - R12	Enfant - R12
As	3,17E+01	3,2E-09	7,0E-09	4,5E-09
Pb	8,5E-03	3,3E-11	7,2E-11	4,6E-11
Cr VI	2,7E-03	1,6E-11	3,5E-11	2,3E-10
Ni	1,7E-04	1,4E-12	3,1E-12	2,0E-12
ERI sommé		3,2E-09	7,1E-09	4,6E-09

Tableau 67 : Excès de risque individuel par ingestion – scenario 2

Substance	VTR (µg/m3)	ERI		
		Adulte - R12	Vie entière - R12	Enfant - R12
As	3,17E+01	6,5E-08	9,1E-08	1.4E-07
Pb	8,5E-03	6,7E-10	9,3E-10	1.5E-09
Cr VI	2,7E-03	3,2E-10	4,6E-10	7.2E-10
Ni	1,7E-04	2,9E-11	4,0E-11	6.3E-11
ERI sommé		6.6E-08	9,2E-08	1,4E-07

Sur la base des hypothèses considérées dans cette étude, l'excès de risque individuel du riverain le plus exposé est faible, très inférieur à la valeur repère de 10^{-5} . L'ERI sommé pour la voie ingestion au niveau du récepteur le plus impacté est significativement inférieur à la valeur repère pour les 2 scenarios étudiés.

Le risque chronique par ingestion pour les effets sans seuil, lié aux rejets atmosphériques du futur site est donc non significatif.

Global

Conformément aux préconisations du guide Ineris, les effets sans seuils pour chaque voie d'exposition doivent être cumulés.

Le tableau suivant présente le résultat du calcul de ERI cumulés pour les substances concernées et pour le récepteur riverain le plus impacté.

Tableau 68 : Excès de risque individuel global – toute voie confondue – scenario 1

	ERI			
	Enfant-R12	Adulte-R12	Adulte-T2/R12	Vie entière-R12
ERI sommé inhalation	2,3-08	1,1E-07	1,1E-07	1,1E-07
ERI sommé ingestion	4,6E-09	3,2E-09	-	7,1E-09
ERI sommé global	2,8E-08	1,1E-07	1,1E-07	1,2E-07

Tableau 69 : Excès de risque individuel global – toute voie confondue – scenario 2

	ERI			
	Enfant-R12	Adulte-R12	Adulte-T2/R12	Vie entière-R12
ERI sommé inhalation	3.7E-07	1.9E-06	1.8E-06	1.9E-06
ERI sommé ingestion	1,4E-07	6.6E-08	-	9,2E-08
ERI sommé global	5,1E-07	1.9E-06	1.8E-06	2.0E-06

Sur la base des hypothèses considérées dans cette étude, l'excès de risque individuel du riverain et du travailleur le plus exposé est faible, inférieur à la valeur repère de 10^{-5} . L'ERI sommé au niveau du récepteur le plus impacté est 100 fois inférieur à la valeur repère pour le scenario 1 et 5 fois pour le scénario 2.

Le risque chronique cumulé pour les effets sans seuil lié aux rejets atmosphériques du futur site est donc non significatif.

6.4 Cas spécifique des substances ne disposant pas de VTR

Pour les substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible, mais pour lesquelles il existe une valeur guide OMS, une comparaison des concentrations modélisées est possible avec ces valeurs.

Sont repris dans le tableau ci-après la concentration maximale sur le domaine d'étude (hors site), la concentration au récepteur le plus impacté, la valeur de référence ainsi que le ratio calculé à partir ces paramètres.

Tableau 70 : Comparaison des concentrations maximales modélisées hors site par rapport aux valeurs guide – scenario 1

	Concentrations (µg/m³)		
	PM _{2,5}	PM ₁₀	NO ₂
Concentration maximale hors site	0,22	0,19	1,83
Valeur de gestion	5	15	10
Ratio	0,04	0,01	0,18

Tableau 71 : Comparaison des concentrations maximales modélisées hors site par rapport aux valeurs guide – scenario 2

	Concentrations (µg/m³)		
	PM _{2,5}	PM ₁₀	NO ₂
Concentration maximale hors site	0,78	0,67	6,06
Valeur de gestion	5	15	10
Ratio	0.16	0.04	0.61

L'ensemble de ces éléments permet de mettre en évidence que les concentrations environnementales modélisées en NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} liées aux seules émissions du futur site sont très inférieures aux valeurs guide correspondantes, respectivement de 10 µg/m³, 15 µg/m³ et 5 µg/m³.

7 Analyses des incertitudes

L'analyse des hypothèses considérées dans le cadre de cette étude doit être réalisée afin de pouvoir caractériser l'influence des incertitudes sur les résultats de l'étude et analyser si les choix réalisés minorent ou majorent les indicateurs de risques. Elles doivent porter principalement sur les substances dont l'indicateur de risque est proche ou supérieur à la valeur repère, mais également les paramètres pouvant influencer significativement les résultats.

Les principaux paramètres influençant le risque sont :

- Les hypothèses sur les émissions atmosphériques ;
- Les hypothèses relatives aux modèles de dispersion utilisés et les valeurs des paramètres pris en compte ;
- Les scénarii d'exposition ;
- Les valeurs toxicologiques de référence retenues,

La discussion de ces hypothèses sera menée de façon qualitative ou quantitative.

7.1 Caractérisation des émissions atmosphériques

Les émissions ont été estimées à partir :

- Des valeurs maximales à ne pas dépasser (valeurs basses des BREFs),
- Des débits nominaux,
- Du temps de fonctionnement des installations (données fournies par SOVAL).

Les flux à l'émission sont donc considérés comme représentatifs / majorants. En effet, les concentrations à l'émission seront systématiquement inférieures ou égales aux VLE.

Le positionnement des sources a été réalisé sur la base du plan de masse fourni.

Les émissions considérées et liées au trafic sont représentatives du circuit, mais néanmoins majorantes. En effet, les facteurs d'émissions pris en compte sont valables pour poids lourds de capacité 32 tonnes à vitesse faible. Dans l'absolu les véhicules circulant sur le site et amenant les déchets notamment les BOMs, sont des véhicules plus légers donc moins émissifs. Cette approche est donc majorante.

Les émissions de TSP (Particules Totale en Suspension) émises par la future installation, ont été considérées comme étant en totalité des particules fines de type PM₁₀ et PM_{2.5}. Cette approche est également majorante car une fraction des poussières rejetées à l'atmosphère a une granulométrie plus importante et une toxicité plus faible que celle considérée.

La répartition des métaux a été réalisée sur la base d'une répartition moyenne observée sur l'usine actuelle. L'approche retenue sur la répartition des métaux est donc réaliste.

Il a été considéré que le Chrome VI représentait 10% du flux de chrome total considéré. Cette approche est plutôt majorante.

Les hypothèses retenues pour l'estimation des émissions sont donc plutôt majorantes.

7.2 Modélisation des transferts

7.2.1 Concentrations atmosphériques

La modélisation des transferts dans l'environnement a été réalisée via un logiciel de dispersion basé sur des équations mathématiques qui permettent de retranscrire de façon simplifiée, les phénomènes

de dispersion observés dans la réalité. Les principales incertitudes de cette phase sont liées au modèle et aux données d'entrée utilisées.

Dans le cadre de cette étude, le logiciel de modélisation mis en œuvre est ADMS6. Ce modèle a été validé par comparaison à de nombreuses campagnes expérimentales depuis 1992. ADMS a été validé à partir d'un grand nombre de jeu de données afin d'évaluer les diverses configurations du modèle (terrain plat ou montagneux, sources linéiques/surfaciques /volumiques, bâtiments, chimie : NOx, déposition sèche, fluctuations, panaches visibles). Les résultats du modèle ont été comparés à des mesures ou à des résultats d'autres modèles (source : guide utilisateur ADMS 6).

Les données d'entrée du modèle sont :

- Les caractéristiques des sources et leurs émissions : dans le cadre de cette étude, les sources considérées ont été considérées comme des sources canalisées, pour les rejets des fours et de la désodorisation, et diffuses dans le cas de la circulation.
La source canalisée est particulièrement bien gérée par ADMS. **L'incertitude sur cette hypothèse est donc faible.** L'incertitude sur les sources diffuses est plus importante, toutefois au vu des flux modélisés, **elle n'est pas de nature à modifier les conclusions de l'étude.**
- Dans le cadre de cette étude, les concentrations dans l'air ont été calculées sans considérées l'appauvrissement du panache lié aux dépôts au sol. **Cette approche est majorante.**
- Le domaine d'étude de 6 x 6 km se situe dans la gamme d'utilisation du logiciel,
- Les paramètres rugosité et la topographie ont été intégrés au modèle permettant une bonne prise en compte des phénomènes de turbulence liés à l'occupation des sols et au relief ;
- Les données météorologiques considérées dans l'étude, sont issues de la station Météo France la plus proche disposant d'une chronique météorologique complète horaire de 3 ans. La nébulosité est quant à elle issue d'une simulation à haute résolution extraite à proximité immédiate du site (AROME source Météo France) : données représentatives des conditions météorologiques au droit du site.
- Le module « vents calmes » a été activé, Ce dernier permet de prendre en compte les lignes météorologiques pour lesquelles la vitesse de vents est inférieure à 0,8 m/s,

Les incertitudes liées aux calculs de modélisation sont soit majorantes soit réalistes et ne sont donc pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

7.3 Scenarii d'exposition

Dans le cadre de cette étude, les scenarii d'exposition retenus sont majorants. En effet, il a été considéré une exposition continue au niveau des riverains les plus impactés 100 % du temps soit 24h/24, 7j/7 et 365 jours /an. De même, pour le riverain travailleur, il a été considéré une exposition continue au niveau du riverain les plus impacté 80 % du temps et 20% du temps au niveau de l'entreprise la plus impactée.

Ces hypothèses sont donc plutôt majorantes.

7.4 Valeurs toxicologiques de référence et choix des traceurs de risques

L'ensemble des VTR ont été retenues conformément aux recommandations de la circulaire DGS/DGPR du 31/10/2014, Ces valeurs toxicologiques de référence présentent des sources d'incertitudes prises en compte dans l'élaboration même des valeurs, **il est toutefois couramment admis que les valeurs proposées par les organismes compétents sont, dans l'état actuel des connaissances, précautionneuses.**

Ainsi, il est possible de conclure que l'ensemble des incertitudes liées à cette étude sont plutôt majorantes et compte tenu des faibles niveaux de risques calculés, elles ne sont donc pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude

8 Conclusion

Dans le cadre de la construction et la mise en service de la nouvelle Unité de Valorisation Energétique (UVE) de Limoges (87), un volet sanitaire doit être intégré à l'étude d'impact du DAE.

Dans ce cadre, un dossier réglementaire doit être établi et doit inclure notamment le volet sanitaire de la future installation.

Cette étude est requise depuis le décret n° 2000-258 du 20 mars 2000, et est conforme à la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation. Le site étant soumis à la réglementation IED, le volet sanitaire est constitué d'une IEM et d'une EQRS.

La démarche proposée dans cette étude est conforme à celle proposée dans le guide méthodologique de l'INERIS et se décompose 4 phases principales décrites ci-après :

1. La caractérisation des émissions.
2. L'évaluation des enjeux et des voies d'exposition.
3. L'Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)
4. L'évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS).

Dans le cadre de cette étude, les rejets atmosphériques du futur site ont été considérés. Il s'agit de 3 sources d'émission dont 2 rejets canalisés : rejet du four et de la désodorisation, et d'une source d'émission diffuse : la circulation des camions sur site.

Au total 12 substances ont été retenues comme substances d'intérêt, dont 9 traceurs de risques tels que le benzène, les dioxines-furanes et les métaux lourds (cadmium, arsenic, cobalt, plomb, chrome VI, manganèse, nickel, mercure), et 2 traceurs d'émission, tels que le dioxyde d'azote et les particules fines.

Les voies d'exposition retenues pour ces substances correspondent à l'inhalation et l'ingestion.

Conclusions sur l'interprétation de l'état des milieux :

Pour le benzène, le NO₂, les PM et certains métaux tels que le cadmium et le cobalt dans l'air, aucune dégradation du milieu n'est observée. Ainsi, pour ces composés, l'état **du milieu air est compatible avec les usages**.

Une dégradation est constatée dans l'environnement proche du site pour le manganèse, l'arsenic, le nickel et le plomb. Ces composés restent tout de même compatibles avec les usages.

Les mesures dans l'air ont été complétées par des mesures de métaux et de dioxines-furanes dans les sols.

Aucune dégradation du milieu n'est observée pour les métaux et les dioxines-furanes. **L'état du milieu sol est compatible** avec les usages pour ces substances.

Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires :

Les impacts des émissions du futur site ont été modélisés dans l'environnement du site et de façon spécifique au niveau de 12 récepteurs de type riverains et travailleurs placés à proximité directe du site.

L'évaluation quantitative des risques sanitaires démontre que les émissions atmosphériques de la future installation ne présentent **pas de risque significatif pour les populations riveraines** des installations du site (adultes et enfants), et ce pour une exposition par inhalation et ingestion, selon les

hypothèses définies et exposées dans cette étude. En effet, les résultats des modélisations de rejets atmosphériques ont abouti à des concentrations des composés significativement inférieures aux valeurs toxicologiques de références.

L'analyse des incertitudes liées à cette étude n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de cette étude.

Il est important de rappeler que les conclusions de cette étude ont été établies selon les connaissances actuelles.

9 Annexes

Annexe 1 : Estimation des émissions liées à la circulation des poids lourds

Annexe 2 : Méthodologie de prélèvements

Annexe 3 : Rapports d'analyses des laboratoires

Annexe 4 : Synthèse des résultats de la campagne de mesures

Annexe 5 : Synthèse des résultats de la surveillance environnementale du site menée par ATMO aquitaine

Annexe 6 : Données toxicologiques

Annexe 7 : Paramètres d'exposition

Annexe 8 : Dose d'exposition

Annexe 9 : Calculs de risques

9.1 Annexe 1 : Estimation des émissions

9.1.1 Estimations des émissions liées au rejet de l'UVE

Caractéristique du rejet :

Caractéristiques des rejets	REJET
Nombre de rejets	1
Diamètre (m)	1.4
Hauteur du rejet (m)	43
Vitesse d'émission (m/s)	12
Débit maximal humide (Nm ³ /h)	77000
Débit d'émission (m ³ /s) sur gaz sec (7,98% O ₂)	65796.5
Débit d'émission (m ³ /h) sur gaz sec (11% O ₂)	85667.0
Température d'émission (°C)	125
Concentration en Oxygène en sortie du rejet (%)	7.98
Concentration en Humidité en sortie du rejet (%)	14.55
Nombre d'heures de fonctionnement de l'installation (h/an)	8380
Durée maximale de dysfonctionnement (h/an)	250
Durée de fonctionnement "normal" de l'installation	8130



Substances	Répartition UVE actuelle	Fonctionnement normal (NOC)				fonctionnement dégradé (OTNOC)			Flux annuel global (kg/an)
		VLE Concentration (mg/Nm3)	Source de la VLE (BREFS / AP / engagement...)	Flux (g/h)	Flux (kg/an)	VLE	Flux (g/h)	Flux (kg/an)	
Substances gazeuses									
COVt		3	engagement	257.0	2089.4	10	856.7	214.2	2303.6
COT									
CO		10	engagement	856.7	6964.7		856.7	214.2	7178.9
NO2		50	engagement NOx = 50	4283.4	34823.7	200	17133.4	4283.4	39107.0
SO2		5	engagement	428.3	3482.4	50	4283.4	1070.8	4553.2
NH3		2	engagement	171.3	1392.9	30	2570.0	642.5	2035.4
HCl		2	engagement	171.3	1392.9	10	856.7	214.2	1607.1
HF		0.5	engagement	42.8	348.2	1	85.7	21.4	369.7
Benzène		0.00343		0.3	2.4				
Benzène		2	-	171.3	1392.9	2	171.3	42.8	1435.8
Substances particulières									
PM		2	engagement	171.3	1392.95	10	856.7	214.2	1607.1
Dioxines - furanes									
Dioxines et furanes (ng I-TEQ/Nm3)		0.01		0.0000009	0.000007	0.1	0.000009	0.0000021	9.11E-06

Pour les métaux la répartition a été réalisées sur la base des mesures réalisées sur l'UVE actuelle :

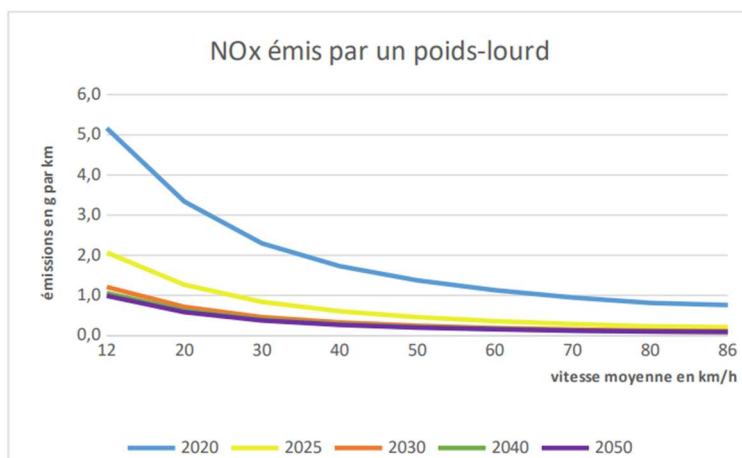
	ligne 1 / 1er sem 2024	ligne 1 / 2eme sem 2024	ligne 2 / 1er sem 2024	ligne 2 / 2eme sem 2024	ligne 3 / 1er sem 2024	ligne 3 / 2eme sem 2024	ligne 1 / 1er sem 2023	ligne 1 / 2eme sem 2023	ligne 2 / 1er sem 2023	ligne 2 / 2eme sem 2023	ligne 3 / 1er sem 2023	ligne 3 / 2eme sem 2023	ligne 1 / 1er sem 2022	ligne 1 / 2eme sem 2022	ligne 2 / 1er sem 2022	ligne 2 / 2eme sem 2022	ligne 3 / 1er sem 2022	ligne 3 / 2eme sem 2022	Moyenne	Répartition
cadmium	0.029	0.000	0.006	0.000	0.004	0.006	0.010	0.013	0.007	0.000	0.010	0.010	0.020	0.007	0.010	0.003	0.000	0.013	0.008	90.65%
thallium	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	9.35%
Arsenic	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.020	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.002	0.18%
cobalt	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.006	0.006	0.000	0.006	0.000	0.004	0.005	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002	0.22%
chrome	0.087	0.067	0.091	0.078	0.057	0.015	0.320	0.060	0.131	0.063	0.615	0.049	0.230	0.205	0.030	0.063	0.040	0.101	0.128	11.85%
cuivre	0.122	0.042	0.049	0.058	0.053	0.046	0.176	0.043	0.156	0.022	0.163	0.069	0.400	0.137	0.060	0.065	0.050	0.145	0.103	9.56%
manganèse	0.287	0.177	0.126	0.078	0.226	0.049	1.167	0.422	1.187	0.160	1.213	0.074	3.090	0.424	0.360	0.134	0.150	0.642	0.554	51.32%
nickel	0.049	0.008	0.038	0.313	0.076	0.243	0.238	0.136	0.153	0.042	0.269	0.012	0.330	0.216	0.150	0.750	0.070	0.082	0.176	16.35%
plomb	0.157	0.020	0.054	0.014	0.047	0.064	0.118	0.031	0.110	0.012	0.144	0.070	0.260	0.112	0.050	0.013	0.040	0.145	0.081	7.52%
antimoine	0.060	0.063	0.006	0.000	0.036	0.031	0.002	0.166	0.003	0.032	0.011	0.000	0.020	0.026	0.010	0.001	0.010	0.015	0.027	2.53%
vanadium	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.003	0.016	0.000	0.009	0.001	0.019	0.000	0.020	0.013	0.000	0.000	0.002	0.004	0.005	0.35%
zinc	5.192	0.569	2.809	1.281	2.440	1.224	1.143	0.197	1.209	1.105	1.445	3.120	3.930	1.345	0.720	1.182	0.660	1.936	1.750	
sélénium	0.062	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.002	0.022	0.001	0.024	0.040	0.043	0.000	0.044	0.003	0.001	0.015	
etain	0.048	0.002	0.000	0.014	0.018	0.042	0.048	0.007	0.037	0.003	0.083	0.003	0.040	0.059	0.010	0.024	0.010	0.040	0.027	
tellure	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Cette répartition a ensuite été affecté au flux maximal autorisé retenu :

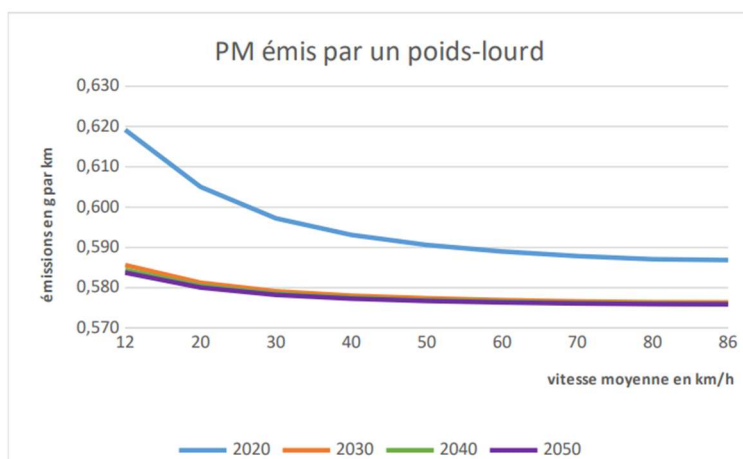
Substances	Répartition UVE actuelle	Fonctionnement normal (NOC)				fonctionnement dégradé (REOT)			Flux annuel global (kg/an)
		VLE Concentration (mg/Nm3)	Source de la VLE (BREFS / AP / engagement...)	Flux (g/h)	Flux (kg/an)	VLE	Flux (g/h)	Flux (kg/an)	
Métaux (mg/m3)									
Cadmium + Thallium (Cd+Tl et composés)		0.005	engagement	0.4	3.48	0.05	4.3	1.07	4.6
Cadmium	90.65%			0.388	3.16		3.883	0.97	4.1
Thallium	9.35%			0.040	0.33		0.401	0.10	0.4
Mercuré (Hg et composés)		0.05	engagement	4.28	34.82	0.05	4.283	1.07	35.9
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V		0.010	engagement	0.9	6.96	0.5	42.834	10.71	17.7
Antimoine (Sb)	2.53%			0.022	0.18		1.085	0.27	0.4
Arsenic (As)	0.18%			0.002	0.01		0.077	0.02	0.03
Plomb (Pb)	7.52%			0.064	0.52		3.222	0.81	1.3
Chrome (Cr)	11.85%			0.102	0.83		5.077	1.27	2.1
Chrome VI (Cr VI)				0.010	0.08		0.508	0.13	0.2
Cobalt (Co)	0.22%			0.002	0.02		0.093	0.02	0.0
Cuivre (Cu)	9.56%			0.082	0.67		4.093	1.02	1.7
Manganèse (Mn)	51.32%			0.440	3.57		21.980	5.50	9.1
Nickel (Ni)	16.35%			0.140	1.14		7.003	1.75	2.9
Vanadium (V)	0.48%			0.004	0.03		0.204	0.05	0.1

9.1.2 Estimations des émissions atmosphériques liées aux poids lourds

Les graphiques suivants présentent les émissions des poids lourds en fonction de la vitesse du véhicule :



Pour les NOx, nous retiendrons le facteur d'émission en 2030 soit **2 g/km** parcouru.



Pour les PM, nous retiendrons le facteur d'émission en 2030 soit **0,585 g/km** parcouru.

Pour le benzène (C₆H₆), le facteur d'émission retenu pour des poids lourds essence est de **0,007 g/km** parcouru.

Cette valeur est justifiée par une approche majorante basée sur les facteurs d'émission totaux des composés organiques volatils (NMVOC) fournis par l'outil COPERT, qui sont les références méthodologiques reconnues au niveau européen pour les inventaires d'émissions routières. Selon COPERT, le FE des COV pour les poids lourds essence (Heavy Duty Vehicles - HDV essence) est généralement de l'ordre de 0,1 g/km. La spéciation chimique des COV détaillée dans le Guidebook EMEP/EEA indique que le benzène représente environ 7% (0,07 en fraction massique) des COV émis par cette catégorie de véhicules. En multipliant ces deux paramètres (0,1 g/km × 0,07), on obtient un FE benzène estimé à 0,007 g/km, ce qui constitue une valeur prudente et majorante pour les évaluations environnementales.

9.2 Annexe 2 : Méthodologie de prélèvements

Prélèvement des composés gazeux

Les prélèvements des substances gazeuses sont mesurés à l'aide d'un échantillonneur passif de la marque Radiello®. Le dispositif Radiello® est composé d'une cartouche adsorbante, d'un corps diffusif et d'un support.

L'échantillonneur diffusif comprend deux surfaces cylindriques et coaxiales, la première diffusive et la seconde adsorbante. Sous un gradient de concentration, les molécules pénètrent la surface diffusive et sont piégées par la surface adsorbante. L'échantillonneur par diffusion est exposé à l'air pendant une durée définie. La concentration du gaz recherché en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est ensuite calculée à partir de la masse du composé retrouvée sur le tube après analyse et du débit de piégeage défini par le fabricant.

Prélèvements des particules

Les mesures en continu des particules PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ ont été réalisées au moyen d'une station de suivi de la qualité de l'air extérieur pouvant mesurer de façon continue ces substances. Le capteur NEMO® (Next Environmental Monitoring) permet d'échantillonner l'air ambiant toutes les 10 minutes au moyen de son laser néphélomètre.

Caractéristique du microcapteur

Tableau 72 : Caractéristiques techniques du capteur NEMO

Caractéristiques techniques du capteur interne	
	PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$
Type de capteur	Laser néphélomètre
Gamme de mesure	0 – 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pas de temps	10 minutes

Les mesures en continu des hydrocarbures aromatiques polycycliques, métaux et des PM_{10} dans l'air ont été réalisées au moyen d'un préleveur de type R&P Partisol 2025i. Ce dispositif permet le prélèvement de ces composés sur des filtres spécifiques adaptés à chaque analyse.

Les analyses sont par la suite réalisées par le laboratoire accrédité Micropolluants Technologies. Les différentes méthodes selon la substance recherchée sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques techniques du Partisol	
	PM_{10}
EN 12341 Gravimétrie (filtres quartz)	Détermination de la masse des particules collectées par pesée des filtres avant et après chaque prélèvement, puis conditionnement des filtres dans le laboratoire de gravimétrie.
	HAP
HPLC-DAD-FLD (High Performance Liquid Chromatography with iode Array Detector and Fluorescence Detector) (filtres calcinés)	Chromatographie liquide haute performance combinant un détecteur à barrette de diodes et un détecteur de fluorescence, utilisée pour l'analyse des HAP.
	Métaux
ICP-MS (Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry) (filtres quartz)	Spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif utilisé pour l'analyse des métaux en traces.



Prélèvement de sol

Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'une tarière manuelle. Pour chaque point, 5 échantillons ont été prélevés dans une maille de 1m². Le volume de sol prélevé par point est de 750 ml, volume minimal recommandé par le laboratoire.

Pour les analyses de dioxines-furanes et métaux, les échantillons ont été prélevés dans des pots en verre. Conformément à la norme NF X 43-014 sur les prélèvements pour détermination des retombées atmosphériques, ces matériaux n'interagissent pas avec les polluants recherchés.

Les échantillons ont par la suite été conditionnés selon les recommandations du laboratoire d'analyse puis expédiés. A noter que les outils permettant les prélèvements du sol ont été nettoyés à l'eau déminéralisée entre chaque prélèvement afin d'éviter toute contamination.

9.3 Annexe 3 : Rapports d'analyses des laboratoires

Affaire N° 25AF35817

Commande N° C0002753

Présentation générale

Affaire N°	25AF35817	Version du rapport :	0
Client :	ISPIRA	Référence client :	
Adresse :	19/21 Allée de l'Europe, 92110 CLICHY		
Commande client :	C0002753	Devis client :	25DE41041
Date de fin des prélèvements :	12-13/11/2025		
Date de réception des échantillons :	14/11/2025	Rapport transmis le :	28/11/2025
Réserves éventuelles :	Suivi échantillons manquant au colis		
Prélèvements réalisés par :	Client		

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. TERA Environnement n'est pas responsable des informations transmises par le client et se dégage de toute responsabilité : seuls les résultats sont des données fournies par TERA Environnement sauf dans le cas où nous intervenons (Voir spécification ci-dessus). Les concentrations calculées ne sont donc jamais portées par l'accréditation et sont sujettes à caution. Pour les prélèvements passifs, si la température d'exposition n'est pas renseignée, elle sera considérée à 20°C par défaut. Les résultats s'appliquent aux échantillons tels qu'ils ont été reçus.

Les milieux sont spécifiés ainsi : AIA=Air ambiant / ALT=Air des Lieux de Travail / AGA=Gaz des sols -Emission-Air des lieux de travail / AEX=Air à l'émission / GDS=Gaz contenus dans les sols / Eau=Eaux / QAI = Qualité de l'air intérieur / HTS= Hautes technologies - Santé / LAR=LABREF30-ERP / DIV=Divers / SUR=Conta de surface / ADBLUE / CAP=Location de capteurs

Dans la suite du rapport, seuls les paramètres notés avec un (c) sont couverts par l'accréditation cofrac essais .

Commentaire :

Présentation des échantillons - Nombre total d'échantillons : 30

Paramètres à analyser	Milieu	Références échantillons	Emplacement client	Température d'exposition	Exposition(min)
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT484	A1	20°C	10179
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT485	A3	20°C	10139
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT486	A2	20°C	10107
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT487	A6	20°C	10057
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT488	A5	20°C	10130
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT489	A4 Blanc	20°C	9856
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT490	A4 doublon	20°C	10066
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	RAD166-WT492	A4	20°C	10066
Acide Chlorhydrique (- HCl)	AIA	RAD169-KP760	A1	20°C	10179
Acide Chlorhydrique (- HCl)	AIA	RAD169-KP761	A3	20°C	10139
Acide Chlorhydrique (- HCl)	AIA	RAD169-KP762	A6	20°C	10057
Acide Chlorhydrique (- HCl)	AIA	RAD169-KP763	A5	20°C	10130
Acide Chlorhydrique (- HCl)	AIA	RAD169-KP764	A2	20°C	10107
Acide Chlorhydrique (- HCl)	AIA	RAD169-KP765	A4	20°C	10066
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145-5660	A4	20°C	10066
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145-5828	A2	20°C	10107
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145- 5077	A4 DOUBLON	20°C	10066
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145- 1925	A5	20°C	10130
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145- 5704	A3	20°C	10139
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145- 5811	A6	20°C	10057
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145- 438	A4 BLANC	20°C	10066
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145- 5756	A1	20°C	10179
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	RAD145-2370	A7	20°C	9856
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168-138AM	A1	20°C	10179
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168-141AM	A5	20°C	10130

TERA Environnement SAS | RCSGrenoble B n°438590390 | www.tera-environnement.com | contact@tera-environnement.com
Siège : 628 rue Charles de Gaulle, 38920 CROLLES | T 04 76 92 10 11

Agence de Fuveau : ZAC St Charles, 144 3ème rue, 13710 FUVEAU | T 04 42 60 43 20

Le seul format de rapport faisant foi est le rapport pdf.

CONFIDENTIEL : Ce document est la propriété du client et ne peut être communiqué à un tiers sans son autorisation
La reproduction n'est autorisée que dans son intégralité

Affaire N° 25AF35817

Commande N° C0002753

Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168-144AM	A3	20°C	10139
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168-147AM	A6	20°C	10057
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168-150AM	A2	20°C	10107
Ammoniac (NH3)	AIA	RAD168-153AM	A4	20°C	10179

Affaire N° 25AF35817

Commande N° C0002753

Rad code 169 pour HCl **Numéro de lot :** 25044B13 **Lieu de réalisation des essais :** Crolles **Date d'essais :** 20-21/11/2025

Composés	No CAS	Résultat en µg					
		RAD169- KP760	RAD169- KP761	RAD169- KP762	RAD169- KP763	RAD169- KP764	RAD169- KP765
Acide Chlorhydrique (-HCl)(c)	7647-01-0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 169 pour HCl

Composés	No CAS	Résultat en µg/m³					
		RAD169- KP760	RAD169- KP761	RAD169- KP762	RAD169- KP763	RAD169- KP764	RAD169- KP765
Acide Chlorhydrique (-HCl)	7647-01-0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

Rad code 166 pour NO2/SO2/HF **Numéro de lot :** 25173F17 **Lieu de réalisation des essais :** Crolles **Date d'essais :** 19-20/11/2025

Composés	No CAS	Résultat en µg							
		RAD166- WT484	RAD166- WT485	RAD166- WT486	RAD166- WT487	RAD166- WT488	RAD166- WT489	RAD166- WT490	RAD166- WT492
Acide Fluorhydrique (-HF)(c)	7664-39-3	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Dioxyde d'azote (NO2)(c)	10102-44-0	2.7	5.5	2.5	4.4	5.2	1.4	2.2	2.6
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 166 pour NO2/SO2/HF

Composés	No CAS	Résultat en µg/m³							
		RAD166- WT484	RAD166- WT485	RAD166- WT486	RAD166- WT487	RAD166- WT488	RAD166- WT489	RAD166- WT490	RAD166- WT492
Acide Fluorhydrique (-HF)	7664-39-3	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	4.1	8.3	3.7	6.7	7.8	2.2	3.3	3.9
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17	<0.17

Affaire N° 25AF35817

Commande N° C0002753

Rad code 145 COVs basse LQ

Numéro de lot : 25W43 **Lieu de réalisation des essais : Crolles**

Date d'essais : 20/11/2025

Résultat en ng

Composés	No CAS	RAD145- 5660	RAD145- 5828	RAD145- 5077	RAD145- 1925	RAD145- 5704	RAD145- 5811	RAD145- 438	RAD145- 5756
Benzène	71-43-2	173	155	181	190	170	184	11.5	196
Toluène	108-88-3	276	157	141	327	224	201	<5.0	225
Ethylbenzène	100-41-4	46.0	35.1	30.1	44.5	34.1	29.1	<5.0	35.6
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	80.5	55.1	45.6	117	80.3	58.0	<5.0	74.6
o-Xylène	95-47-6	27.9	23.3	18.7	48.4	29.6	24.2	<5.0	28.8

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 145 COVs basse LQ

Numéro de lot : 25W43 **Lieu de réalisation des essais : Crolles**

Date d'essais : 20/11/2025

Résultat en ng

Composés	No CAS	RAD145- 2370
Benzène	71-43-2	132
Toluène	108-88-3	109
Ethylbenzène	100-41-4	24.2
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	31.8
o-Xylène	95-47-6	13.3

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 145 COVs basse LQ

Résultat en µg/m³

Composés	No CAS	RAD145- 5660	RAD145- 5828	RAD145- 5077	RAD145- 1925	RAD145- 5704	RAD145- 5811	RAD145- 438	RAD145- 5756
Benzène	71-43-2	0.63	0.56	0.66	0.69	0.62	0.68	0.04	0.71
Toluène	108-88-3	0.94	0.53	0.48	1.1	0.76	0.68	<0.02	0.76
Ethylbenzène	100-41-4	0.18	0.14	0.12	0.18	0.13	0.12	<0.02	0.14
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	0.31	0.21	0.17	0.45	0.31	0.22	<0.02	0.28
o-Xylène	95-47-6	0.12	0.10	0.08	0.20	0.12	0.10	<0.02	0.12

Rad code 145 COVs basse LQ

Résultat en µg/m³

Composés	No CAS	RAD145- 2370
Benzène	71-43-2	0.49
Toluène	108-88-3	0.38
Ethylbenzène	100-41-4	0.10
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	0.12
o-Xylène	95-47-6	0.06

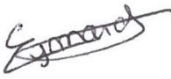
Annexe

Composés	Supports	Norme	Technique analytique	incertitude à la LQ %	Incrtitude gamme % (hors LQ)	LQ	Unité
Ethylbenzène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5,0	ng
(m+p) Xylène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5,0	ng
Toluène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5,0	ng
Benzène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5,0	ng
o-Xylène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5,0	ng
Dioxyde d'azote (NO2)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	NF EN 16339	CICD	18	20	1,0	µg
Dioxyde de Soufre (SO2)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	20	20	0,3	µg
Acide Fluorhydrique (-HF)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	18	19	0,3	µg
Ammoniac (NH3)	Rad code 168 pour amines	NF EN 17346	CICD	37	15	1,0	µg
Acide Chlorhydrique (-HCl)	Rad code 169 pour HCl	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	23	18	1,0	µg

Approbation

Nom(s) Alexandra DURAND Elise EYMARD-VERNAIN

Visa(s)

FIN DU RAPPORT

RAPPORT D'ANALYSES

IXUL003_PEP_R1

ISPIRA

Monsieur Christophe VIENNE

Immeuble EQUINOX 19 allée de l'Europe

92110 - Clichy

Vos références : N° : C0002827 Le : 25/11/25

Echantillon reçu le : 27/11/2025

Analyse effectuée le : 02/12/2025

Norme : NF EN 12341

Technique : GRAVIMETRIE

Matrice: Air ambiant - filtre

Nature du support : (Quartz - 47 mm)

Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)

Présence de filtre vierge de terrain : (Non communiqué)

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
09/12/2025	Rapport final	Isabelle GUERRIER 

Référence externe : S1-A6-1
Référence interne : IXUK007

Masses de poussières (mg) * 0.19

REMARQUE /

Référence externe : S1-A6-2
Référence interne : IXUK008

Masses de poussières (mg) * 0.19

REMARQUE /

Référence externe : S1-A6-3
Référence interne : IXUK009

Masses de poussières (mg) * 0.21

REMARQUE /

Référence externe : S1-A6-4
Référence interne : IXUK010

Masses de poussières (mg) * 0.22

REMARQUE /

Référence externe : S1-A6-5
Référence interne : IXUK011

Masses de poussières (mg) * 0.18

REMARQUE /

Référence externe : S1-A6-6
Référence interne : IXUK012

Masses de poussières (mg) * 0.74

REMARQUE /

Référence externe : S1-A6-7
Référence interne : IXUK013

Masses de poussières (mg) * 0.48

REMARQUE /

Référence externe : S1-A4-1
Référence interne : IXUK014

Masses de poussières (mg) *	0.53
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S1-A4-2
Référence interne : IXUK015

Masses de poussières (mg) *	0.30
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S1-A4-3
Référence interne : IXUK016

Masses de poussières (mg) *	0.44
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S1-A4-4
Référence interne : IXUK017

Masses de poussières (mg) *	0.36
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S1-A4-5
Référence interne : IXUK018

Masses de poussières (mg) *	0.53
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S1-A4-6
Référence interne : IXUK019

Masses de poussières (mg) *	0.33
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S1-A4-7
Référence interne : IXUK020

Masses de poussières (mg) *	0.24
-----------------------------	------

REMARQUE	/
----------	---

Référence externe : S1-A2-8
Référence interne : IXUK021

Masses de poussières (mg) *	0.19
-----------------------------	------

REMARQUE	/
----------	---

Référence externe : S1-A2-9
Référence interne : IXUK022

Masses de poussières (mg) *	0.14
-----------------------------	------

REMARQUE	/
----------	---

Référence externe : S1-A2-10
Référence interne : IXUK023

Masses de poussières (mg) *	0.21
-----------------------------	------

REMARQUE	/
----------	---

Référence externe : S1-A2-11
Référence interne : IXUK024

Masses de poussières (mg) *	0.24
-----------------------------	------

REMARQUE	/
----------	---

Référence externe : S1-A2-12
Référence interne : IXUK025

Masses de poussières (mg) *	0.28
-----------------------------	------

REMARQUE	/
----------	---

Référence externe : S1-A2-13
Référence interne : IXUK026

Masses de poussières (mg) *	0.26
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S1-A2-14
Référence interne : IXUK027

Masses de poussières (mg) *	0.21
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A6-1
Référence interne : IXUK028

Masses de poussières (mg) *	0.24
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A6-2
Référence interne : IXUK029

Masses de poussières (mg) *	0.42
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A6-3
Référence interne : IXUK030

Masses de poussières (mg) *	0.18
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A6-4
Référence interne : IXUK031

Masses de poussières (mg) *	0.16
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A6-5
Référence interne : IXUK032

Masses de poussières (mg) *	0.13
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A6-6
Référence interne : IXUK033

Masses de poussières (mg) *	0.55
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A6-7
Référence interne : IXUK034

Masses de poussières (mg) *	1.05
------------------------------------	------

REMARQUE	Filtre abimé à réception
-----------------	--------------------------

Référence externe : S2-A4-8
Référence interne : IXUK035

Masses de poussières (mg) *	0.24
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A4-9
Référence interne : IXUK036

Masses de poussières (mg) *	0.40
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A4-10
Référence interne : IXUK037

Masses de poussières (mg) *	0.18
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A4-11
Référence interne : IXUK038

Masses de poussières (mg) *	0.21
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A4-12
Référence interne : IXUK039

Masses de poussières (mg) *	0.13
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A4-13
Référence interne : IXUK040

Masses de poussières (mg) *	0.38
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A4-14
Référence interne : IXUK041

Masses de poussières (mg) *	1.42
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A2-1
Référence interne : IXUK042

Masses de poussières (mg) *	0.63
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A2-2
Référence interne : IXUK043

Masses de poussières (mg) *	0.60
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A2-3
Référence interne : IXUK044

Masses de poussières (mg) *	0.48
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A2-4
Référence interne : IXUK045

Masses de poussières (mg) *	0.59
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A2-5
Référence interne : IXUK046

Masses de poussières (mg) *	0.29
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A2-6
Référence interne : IXUK047

Masses de poussières (mg) *	1.07
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Référence externe : S2-A2-7
Référence interne : IXUK048

Masses de poussières (mg) *	0.97
------------------------------------	------

REMARQUE	/
-----------------	---

Légende: < LQ D: Détecté; valeur comprise entre la limite de quantification et la limite de quantification divisée par 3
< LQ ND: Non Détecté: valeur inférieure à la limite de quantification divisée par 3
L'information D / ND n'est pas couverte par l'accréditation COFRAC

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

RAPPORT D'ANALYSES

IXUL002_MFC_R1

ISPIRA

Monsieur Christophe VIENNE

Immeuble EQUINOX 19 allée de l'Europe

92110 - Clichy

Vos références N° : C0002827 Le : 25/11/25

Echantillon reçu le 27/11/2025

Analyse effectuée le : 04/12/2025

Norme : Méthode interne

Technique : ICP_MS

Matrice: Air ambiant - filtre

Nature du support : (Quartz - 47 mm)

Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)

Présence de filtre vierge de terrain : (Non communiqué)

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
05/12/2025	Rapport final	Paul-Eric LAFARGUE 

Responsable d'analyse

Référence externe : S1-A6-1+2+3+4+5+6+7
Référence interne : IXUK049

Eléments	Concentration en ng/échantillon
V	<125 ND
Cr	381
Mn	240
Co	<125 ND
Ni	161
Cu	343
As	36,7
Cd	<25 ND
Sb	<125 D
Pb	133

Référence externe : S1-A2-8+9+10+11+12+13+14
Référence interne : IXUK050

Eléments	Concentration en ng/échantillon
V	<125 ND
Cr	1 773
Mn	271
Co	<125 ND
Ni	146
Cu	232
As	28,0
Cd	<25 ND
Sb	<125 ND
Pb	172

Eléments	Concentration en ng/échantillon
V	128
Cr	2 575
Mn	1 086
Co	<125 ND
Ni	210
Cu	421
As	74,7
Cd	<25 D
Sb	<125 D
Pb	325

Légende : < Valeur D : Détecté ; valeur comprise entre la limite de quantification et la limite de quantification divisée par 3
< Valeur ND : Non Détecté : valeur inférieure à la limite de quantification divisée par 3

RAPPORT D'ANALYSES

IXUL004_HAA_R1

ISPIRA

Monsieur Christophe VIENNE

Immeuble EQUINOX 19 allée de l'Europe

92110 - Clichy

Vos références : N° : C0002827 Le : 25/11/25

Echantillon reçu le : 27/11/2025

Analyse effectuée le : 05/12/2025

Norme : Méthode interne Mop C-4/42

Technique : HPLC_DAD_FLD

Matrice: Air ambiant - filtre

Nature du support : (Quartz - 47 mm)

Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)

Présence de filtre vierge de terrain : (Non communiqué)

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.
Tout l'échantillon est détruit au cours de l'analyse.

Date	Description	Validé par
09/12/2025	Rapport final	Justin MEYER 

Date d'extraction :	04/12/2025
Composés	Concentration (ng/échantillon)
Naphtalene*	< 10
Acenaphtene*	9.4
Fluorene*	4.9
Phenanthrene*	3.6
Anthracene*	< 1
Fluoranthene*	6.2
Pyrene*	< 5
Benzo(a)anthracene*	4.1
Chrysene*	6.7
Benzo(e)pyrene*	11
Benzo(j)fluoranthene	14
Benzo(b)fluoranthene*	18
Benzo(k)fluoranthene*	8.8
Benzo(a)pyrene*	9.1
Dibenzo(ah)anthracene*	2.1
Benzo(ghi)perylene*	12
Indeno(123cd)pyrene*	32
Acenaphtylene	< 10
Observation :	Correction par le rendement

Date d'extraction :	04/12/2025
Composés	Concentration (ng/échantillon)
Naphtalene*	< 10
Acenaphtene*	3.1
Fluorene*	< 1
Phenanthrene*	4.3
Anthracene*	< 1
Fluoranthene*	7.7
Pyrene*	< 5
Benzo(a)anthracene*	15
Chrysene*	29
Benzo(e)pyrene*	21
Benzo(j)fluoranthene	32
Benzo(b)fluoranthene*	37
Benzo(k)fluoranthene*	22
Benzo(a)pyrene*	18
Dibenzo(ah)anthracene*	4.1
Benzo(ghi)perylene*	23
Indeno(123cd)pyrene*	62
Acenaphtylene	< 10
Observation :	risque de sur-estimation lié à l'effet matriciel

Date d'extraction :	04/12/2025
Composés	Concentration (ng/échantillon)
Naphtalene*	< 10
Acenaphtene*	5.2
Fluorene*	< 1
Phenanthrene*	5.4
Anthracene*	< 1
Fluoranthene*	8.9
Pyrene*	< 5
Benzo(a)anthracene*	8.6
Chrysene*	17
Benzo(e)pyrene*	13
Benzo(j)fluoranthene	18
Benzo(b)fluoranthene*	20
Benzo(k)fluoranthene*	14
Benzo(a)pyrene*	12
Dibenzo(ah)anthracene*	2.1
Benzo(ghi)perylene*	16
Indeno(123cd)pyrene*	33
Acenaphtylene	< 10
Observation :	Correction par le rendement

Légende:

< valeur (caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

RAPPORT D'ANALYSES

IXUK002_CHR_R1

ISPIRA

Monsieur Alexandre LECONTE

Immeuble EQUINOX 19 allée de l'Europe

92110 - Clichy

Vos références : N°C0002754 DU 27/10/2025

Echantillon reçu le : 14/11/2025

Analyse effectuée le : 20/11/2025

Norme : Méthode interne

Technique : Spectrophotométrie

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 4.7 °C

(Température Conforme)

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
21/11/2025	Rapport final	Justine HILAIRE 

Responsable d'analyse

Référence externe : A1
Référence interne : IXUK001

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : A2
Référence interne : IXUK002

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : A3
Référence interne : IXUK003

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : A4
Référence interne : IXUK004

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : A6
Référence interne : IXUK005

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Référence externe : A7
Référence interne : IXUK006

Eléments	Concentration en mg/Kg de MB
Cr(VI)	<0,25

Légende:

< Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

RAPPORT D'ANALYSES IXUK004_MET_R1

ISPIRA

Monsieur Alexandre LECONTE

Immeuble EQUINOX 19 allée de l'Europe

92110 - Clichy

Vos références : N°C0002754 DU 27/10/2025

Echantillon reçu le : 14/11/2025

Analyse effectuée le : 24/11/2025

Norme : Méthode interne Mop C-4/72

Technique : ICP_MS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 4.7 °C

(Température Conforme)

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Solution de minéralisation employée : Eau régale

Conditions de minéralisation : Bloc chauffant

Date	Description	Validé par
26/11/2025	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Référence externe : A1
Référence interne : IXUK001

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	31,7
Cr *	22,5
Mn *	692
Co *	8,36
Ni *	13,3
Cu *	21,9
As *	51,1
Cd *	0,449
Sb	3,93
Pb *	34,5

Référence externe : A2
Référence interne : IXUK002

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	19,1
Cr *	15,6
Mn *	113
Co *	4,20
Ni *	5,99
Cu *	8,06
As *	52,5
Cd *	0,137
Sb	102
Pb *	37,6

Référence externe : A3
Référence interne : IXUK003

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	15,5
Cr *	10,1
Mn *	64,6
Co *	1,66
Ni *	4,51
Cu *	9,00
As *	13,3
Cd *	0,235
Sb	4,60
Pb *	27,9

Référence externe : A4
Référence interne : IXUK004

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	18,3
Cr *	11,8
Mn *	435
Co *	3,76
Ni *	6,73
Cu *	24,0
As *	54,4
Cd *	0,222
Sb	2,57
Pb *	66,5

Référence externe : A6
Référence interne : IXUK005

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	18,0
Cr *	10,9
Mn *	190
Co *	2,98
Ni *	6,00
Cu *	21,9
As *	35,9
Cd *	0,317
Sb	1,90
Pb *	70,8

Référence externe : A7
Référence interne : IXUK006

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	63,7
Cr *	36,2
Mn *	490
Co *	8,09
Ni *	16,5
Cu *	18,0
As *	8,01
Cd *	0,237
Sb	<0,5
Pb *	33,3

Légende: < Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponible auprès du laboratoire.
** MB : matière brute
MS: Matière sèche

RAPPORT D'ANALYSES IXUK005_MEG_R1

ISPIRA

Monsieur Alexandre LECONTE

Immeuble EQUINOX 19 allée de l'Europe

92110 - Clichy

Vos références : N°C0002754 DU 27/10/2025

Echantillon reçu le : 14/11/2025

Analyse effectuée le : 20-25/11/2025

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 4.7 °C

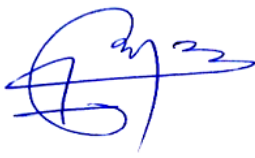
(Température Conforme)

Principe de la méthode : La fluorescence atomique est un processus d'émission qui permet la détection des vapeurs de mercure élémentaire générées à partir de l'échantillon digéré après une réduction par du chlorure d'étain (II) en milieu acide.

Solution de minéralisation employée : Eau régale

Conditions de minéralisation : Bloc chauffant

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
27/11/2025	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Référence externe : A1
Référence interne : IXUK001

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	0.101

Référence externe : A2
Référence interne : IXUK002

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Référence externe : A3
Référence interne : IXUK003

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Référence externe : A4
Référence interne : IXUK004

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Référence externe : A6
Référence interne : IXUK005

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	0.598

Référence externe : A7
Référence interne : IXUK006

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	<0,1

Pour information

Eléments	LQ (mg/kg de MS)
Hg*	0,1

Légende:

< Valeur(caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont

disponibles auprès du laboratoire.

** MB: Matière brute

** MS: Matière sèche

RAPPORT D'ANALYSES IXUK003_PCD_R1

ISPIRA
Monsieur Alexandre LECONTE
Immeuble EQUINOX
19 allée de l'Europe
92110 Clichy

Vos références : N°C0002754 DU 27/10/2025

DESCRIPTIF DE L'ANALYSE DE DIOXINES / FURANES

Les échantillons sont tout d'abord séchés à l'ambient, broyés manuellement, et tamisés à 2 mm. Des marqueurs avant extraction sont ajoutés avant l'extraction solide-liquide au toluène. On effectue ensuite une purification sur colonnes chromatographiques contenant des adsorbants spécifiques. L'extrait est concentré et des standards internes sont ajoutés. L'extrait est analysé par HRGC/HRMS à haute résolution (R = 10 000).

Norme : Méthode interne MOp C-4/56

Technique : HRGC_HRMS

Date de prélèvement : NC

Nom du préleveur : NC

Température de réception des échantillons : 4.7

Les résultats s'appliquent sur l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Date	Description	Validé par
25/11/2025	RAPPORT FINAL	 Laure PASQUINI Responsable d'analyses

Référence Interne	IXUK001
Référence Externe	A1
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	77,7
Masse de matière sèche analysée (g)	3,055
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,039	1	0,000	0,039	72
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,083	0,5	0,042	0,042	90
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,074	0,1	0,007	0,007	69
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,296	0,1	0,030	0,030	74
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,293	0,1	0,029	0,029	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	4,506	0,01	0,045	0,045	69
OCDD *	21,371	0,001	0,021	0,021	35
Dioxines	26,622 < Total < 26,662				
2,3,7,8 TCDF *	0,139	0,1	0,014	0,014	65
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,116	0,05	0,006	0,006	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	0,217	0,5	0,109	0,109	87
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,296	0,1	0,030	0,030	65
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,277	0,1	0,028	0,028	70
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,491	0,1	0,049	0,049	70
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,115	0,1	0,012	0,012	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	2,687	0,01	0,027	0,027	53
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	0,336	0,01	0,003	0,003	/
OCDF *	3,852	0,001	0,004	0,004	65
Furannes	8,528				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)	0,454	0,493
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)	0,473	0,512
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)	0,433	0,472
Total TCDD	< 0,864	
Total PeCDD	< 0,903	
Total HxCDD	2,284	
Total HpCDD	7,864	
Total PCDD	31,519 < Total < 33,286	
Total TCDF	2,997	
Total PeCDF	2,025	
Total HxCDF	3,090	
Total HpCDF	4,841	
Total PCDF	16,805	

Marquage de l'extrait avant injection	Le 24/11/2025 à 14:59
Analyse par GC/HRMS	Le 25/11/2025 à 02:41

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.
Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

Référence Interne	IXUK002
Référence Externe	A2
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	75,5
Masse de matière sèche analysée (g)	2,949
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,200	1	0,000	0,200	24 "
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,252	0,5	0,126	0,126	87
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,413	0,1	0,041	0,041	70
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,801	0,1	0,080	0,080	70
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,776	0,1	0,078	0,078	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	6,978	0,01	0,070	0,070	66
OCDD *	17,595	0,001	0,018	0,018	8 "
Dioxines	26,815 < Total < 27,015				
2,3,7,8 TCDF *	1,052	0,1	0,105	0,105	63
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,825	0,05	0,041	0,041	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	2,675	0,5	1,338	1,338	83
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	2,180	0,1	0,218	0,218	82
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	2,196	0,1	0,220	0,220	41 "
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	3,297	0,1	0,330	0,330	69
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,796	0,1	0,080	0,080	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	9,369	0,01	0,094	0,094	50
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	1,726	0,01	0,017	0,017	/
OCDF *	8,283	0,001	0,008	0,008	38 "
Furannes	32,399				

" : Ecart à la méthode % Rec. 13C en dehors des critères sans impact sur le résultat.

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)	2,862	3,062
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)	2,965	3,165
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)	2,419	2,619
Total TCDD	10,247	
Total PeCDD	4,638	
Total HxCDD	8,579	
Total HpCDD	13,394	
Total PCDD	54,453	
Total TCDF	26,727	
Total PeCDF	17,873	
Total HxCDF	14,690	
Total HpCDF	16,485	
Total PCDF	84,058	

Marquage de l'extrait avant injection	Le 24/11/2025 à 14:59
Analyse par GC/HRMS	Le 25/11/2025 à 03:21

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.
Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

Référence Interne	IXUK003
Référence Externe	A3
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	69,0
Masse de matière sèche analysée (g)	2,921
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,051	1	0,000	0,051	70
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,126	0,5	0,063	0,063	83
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,215	0,1	0,022	0,022	68
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,512	0,1	0,051	0,051	67
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,628	0,1	0,063	0,063	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	5,953	0,01	0,060	0,060	65
OCDD *	26,411	0,001	0,026	0,026	59
Dioxines	33,845 < Total < 33,896				
2,3,7,8 TCDF *	0,220	0,1	0,022	0,022	59
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,291	0,05	0,015	0,015	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	0,463	0,5	0,232	0,232	79
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,644	0,1	0,064	0,064	60
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,710	0,1	0,071	0,071	68
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,806	0,1	0,081	0,081	66
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,347	0,1	0,035	0,035	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	5,287	0,01	0,053	0,053	51
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	0,897	0,01	0,009	0,009	/
OCDF *	5,799	0,001	0,006	0,006	65
Furannes	15,465				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)	0,871	0,922
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)	0,905	0,956
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)	0,813	0,864
Total TCDD	< 1,130	
Total PeCDD	2,028	
Total HxCDD	6,256	
Total HpCDD	12,115	
Total PCDD	46,809 < Total < 47,939	
Total TCDF	4,191	
Total PeCDF	3,023	
Total HxCDF	6,921	
Total HpCDF	9,067	
Total PCDF	29,002	

Marquage de l'extrait avant injection	Le 24/11/2025 à 14:59
Analyse par GC/HRMS	Le 25/11/2025 à 04:00

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.
Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

Référence Interne	IXUK004
Référence Externe	A4
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	79,0
Masse de matière sèche analysée (g)	3,011
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	0,144	1	0,144	0,144	69
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,521	0,5	0,261	0,261	80
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,536	0,1	0,054	0,054	61
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	1,053	0,1	0,105	0,105	63
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,986	0,1	0,099	0,099	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	8,286	0,01	0,083	0,083	59
OCDD *	22,651	0,001	0,023	0,023	74
Dioxines	34,177				
2,3,7,8 TCDF *	1,487	0,1	0,149	0,149	56
1,2,3,7,8 PeCDF *	1,532	0,05	0,077	0,077	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	3,015	0,5	1,508	1,508	76
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	2,635	0,1	0,264	0,264	55
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	2,514	0,1	0,251	0,251	61
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	3,176	0,1	0,318	0,318	59
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,819	0,1	0,082	0,082	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	14,326	0,01	0,143	0,143	44
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	1,517	0,01	0,015	0,015	/
OCDF *	8,277	0,001	0,008	0,008	64
Furannes	39,299				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)	3,581	3,581
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)	3,814	3,814
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)	3,187	3,187
Total TCDD	9,247	
Total PeCDD	16,226	
Total HxCDD	16,867	
Total HpCDD	16,169	
Total PCDD	81,160	
Total TCDF	38,586	
Total PeCDF	28,385	
Total HxCDF	26,308	
Total HpCDF	21,252	
Total PCDF	122,808	

Marquage de l'extrait avant injection	Le 24/11/2025 à 14:59
Analyse par GC/HRMS	Le 25/11/2025 à 04:39

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.
Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

Référence Interne	IXUK005
Référence Externe	A6
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	69,5
Masse de matière sèche analysée (g)	2,973
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	0,060	1	0,060	0,060	75
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,183	0,5	0,092	0,092	86
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,210	0,1	0,021	0,021	71
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,531	0,1	0,053	0,053	67
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,429	0,1	0,043	0,043	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	5,347	0,01	0,053	0,053	66
OCDD *	23,526	0,001	0,024	0,024	86
Dioxines	30,286				
2,3,7,8 TCDF *	0,531	0,1	0,053	0,053	61
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,552	0,05	0,028	0,028	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	0,854	0,5	0,427	0,427	81
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,767	0,1	0,077	0,077	64
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,739	0,1	0,074	0,074	63
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,883	0,1	0,088	0,088	64
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,251	0,1	0,025	0,025	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	3,534	0,01	0,035	0,035	51
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	0,404	0,01	0,004	0,004	/
OCDF *	2,894	0,001	0,003	0,003	72
Furannes	11,407				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)	1,159	1,159
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)	1,227	1,227
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)	1,051	1,051
Total TCDD	3,540	
Total PeCDD	6,030	
Total HxCDD	7,159	
Total HpCDD	9,964	
Total PCDD	50,220	
Total TCDF	13,494	
Total PeCDF	8,725	
Total HxCDF	7,658	
Total HpCDF	5,844	
Total PCDF	38,614	

Marquage de l'extrait avant injection	Le 24/11/2025 à 14:59
Analyse par GC/HRMS	Le 25/11/2025 à 05:19

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.
Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

Référence Interne	IXUK006
Référence Externe	A7
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	71,5
Masse de matière sèche analysée (g)	2,969
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (NATO)	TEQ (min)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD *	< 0,082	1	0,000	0,082	80
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,440	0,5	0,220	0,220	96
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,582	0,1	0,058	0,058	71
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	1,130	0,1	0,113	0,113	70
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	1,046	0,1	0,105	0,105	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	7,837	0,01	0,078	0,078	66
OCDD *	12,953	0,001	0,013	0,013	79
Dioxines	23,989 < Total < 24,071				
2,3,7,8 TCDF *	0,943	0,1	0,094	0,094	64
1,2,3,7,8 PeCDF *	1,020	0,05	0,051	0,051	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	2,404	0,5	1,202	1,202	91
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	1,867	0,1	0,187	0,187	59
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	1,881	0,1	0,188	0,188	67
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	2,807	0,1	0,281	0,281	66
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	1,150	0,1	0,115	0,115	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	7,274	0,01	0,073	0,073	52
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	1,260	0,01	0,013	0,013	/
OCDF *	3,625	0,001	0,004	0,004	68
Furannes	24,231				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)	2,794	2,876
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)	2,999	3,081
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)	2,501	2,583
Total TCDD	2,910	
Total PeCDD	8,941	
Total HxCDD	18,452	
Total HpCDD	15,791	
Total PCDD	59,047	
Total TCDF	20,626	
Total PeCDF	18,299	
Total HxCDF	18,416	
Total HpCDF	12,252	
Total PCDF	73,217	

Marquage de l'extrait avant injection	Le 24/11/2025 à 14:59
Analyse par GC/HRMS	Le 25/11/2025 à 07:17

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.
Les incertitudes sont calculées avec un facteur d'élargissement k=2.

9.4 Annexe 4 : Synthèse des résultats de la campagne de mesures

Milieu Air

Les tableaux ci-dessous présentent les résultats de la campagne de mesure comprenant traceurs de risques, traceurs d'émissions et composés complémentaires ayant été analysé. A noter que seuls les traceurs de risques sont présentés dans la partie 5.

Substances gazeuses

Substances	Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$						
	Points de mesure						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
NO ₂	4.1	3.7	8.3	3.6	7.8	6.7	2.2
SO ₂	< 0.17	< 0.17	< 0.17	< 0.17	< 0.17	< 0.17	< 0.17
PM ₁₀		13.4				13.5	
PM _{2.5}		8.3				8.6	
Benzène	0.71	0.56	0.62	0.645	0.69	0.68	0.49

PM sur Partisols

A6				A4				A2			
	PM (mg)	Volume (m3)	conc ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM (mg)	Volume (m3)	conc (mg/m3)		PM (mg)	Volume (m3)	conc ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	0.19	14	13.6	1	0.53	24	22.083	8	0.19	24	7.917
2	0.19	24	7.9	2	0.3	24	12.500	9	0.14	24	5.833
3	0.21	24	8.8	3	0.44	24	18.333	10	0.21	24	8.750
4	0.22	24	9.2	4	0.36	24	15.000	11	0.24	24	10.000
5	0.18	24	7.5	5	0.53	24	22.083	12	0.28	24	11.667
6	0.74	24	30.8	6	0.33	24	13.750	13	0.26	24	10.833
7	0.48	24	20.0	7	0.24	24	10.000	14	0.21	24	8.750
A6				A4				A2			
	PM (mg)	Volume (m3)	conc ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		PM (mg)	Volume (m3)	conc (mg/m3)		PM (mg)	Volume (m3)	conc (mg/m3)
1	0.24	24	10.000	8	0.24	24	10.000	1	0.63	24	26.250
2	0.42	24	17.500	9	0.4	24	16.667	2	0.6	24	25.000
3	0.18	24	7.500	10	0.18	24	7.500	3	0.48	24	20.000
4	0.16	24	6.667	11	0.21	24	8.750	4	0.59	24	24.583
5	0.13	24	5.417	12	0.13	24	5.417	5	0.29	24	12.083
6	0.55	24	22.917	13	0.38	24	15.833	6	1.07	24	44.583
7	1.05	24	43.750	14	1.42	24	59.167	7	0.97	24	40.417

PM sur Nemo

Point A6

Date	PM2.5 brutes	PM10 brutes		PM10 partisol	facteur		PM10 Nemo retravaillé	PM2.5 retravaillé
06-nov	3.3	4.4		13.6	3.1		13.6	9.9
07-nov	4.3	5.8		7.9	1.4		7.9	5.9
08-nov	7.6	10.3		8.8	0.9		8.8	6.5
09-nov	9.4	12.7		9.2	0.7		9.2	6.8
10-nov	8.0	10.8		7.5	0.7		7.5	5.5
11-nov	5.6	7.6		30.8	4.0		30.8	22.7
12-nov	3.7	5.2		20.0	3.9		20.0	14.2
13-nov	5.7	9.3		10.0	1.1		10.0	6.1
14-nov	13.8	18.8		17.5	0.9		17.5	12.9
15-nov	4.0	5.4		7.5	1.4		7.5	5.5
16-nov	5.9	8.0		6.7	0.8		6.7	4.9
17-nov	6.3	8.6		5.4	0.6		5.4	4.0
18-nov	8.5	12.2		22.9	1.9		22.9	15.9
19-nov	11.8	15.9		43.8	2.7		43.8	32.3

Point A2

Date	PM2.5 Nemo	PM10 Nemo		PM10 partisol	facteur		PM10 nemo retravaillé	PM2.5 nemo retravaillé
06-nov	2.6	3.7		7.9	2.2		7.9	5.7
07-nov	3.0	4.1		5.8	1.4		5.8	4.3
08-nov	8.0	10.8		8.8	0.8		8.8	6.5
09-nov	8.1	11.0		10.0	0.9		10.0	7.4
10-nov	4.9	6.6		11.7	1.8		11.7	8.7
11-nov	3.6	4.9		10.8	2.2		10.8	7.9
12-nov	3.0	4.3		8.8	2.0		8.8	6.0
13-nov	6.4	12.3		26.3	2.1		26.3	13.6
14-nov	14.4	21.4		25.0	1.2		25.0	16.8
15-nov	3.2	4.3		20.0	4.6		20.0	14.7
16-nov	4.9	6.6		24.6	3.7		24.6	18.3
17-nov	6.3	8.6		12.1	1.4		12.1	8.8
18-nov	12.4	17.1		44.6	2.6		44.6	32.3
19-nov	12.6	17.0		40.4	2.4		40.4	30.0

Métaux

Substances	Concentration en ng/m ³		
	S1 (06/11 - 13/11)		S2 (13/11 - 20/11)
	A2	A6	A4
Ni	0.9	1.0	1.3
Cu	1.4	2.2	2.5
As	0.2	0.2	0.4
Pb	1.0	0.8	1.9
V	ND	ND	0.8
Cr	10.6	2.4	15.3
Mn	1.6	1.5	6.5
Sb	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND
Co	ND	ND	ND

HAP

Substances	Concentration en ng/m ³		
	S1 (06/11-13/11)	S2 (13/11-20/11)	
	A4	A2	A6
Naphatalene	0.06	0.06	0.06
Acenaphtene	0.06	0.03	0.02
Fluorene	0.03	0.01	0.01
Phenanthrene	0.02	0.03	0.03
Anthracene	0.01	0.01	0.01
Fluoranthene	0.04	0.05	0.05
Pyrene	0.03	0.03	0.03
Benzo(a)anthracene	0.02	0.05	0.09
Chrysene	0.04	0.10	0.18
Benzo(e)pyrene	0.07	0.08	0.13
Benzo(j)fluoranthene	0.08	0.11	0.20
Benzo(b)fluoranthene	0.11	0.12	0.23
Benzo(k)fluoranthene	0.05	0.08	0.14
Benzo(a)pyrene	0.05	0.07	0.11
Dibenzo(ah)anthracene	0.01	0.01	0.03
Benzo(ghi)perylene	0.07	0.10	0.15

Milieu sols

Métaux

Substances	Concentration (mg/kg MS)					
	A1	A2	A3	A4	A6	A7
Cr VI	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25	< 0,25
V	31.7	19.1	15.5	18.3	18	63.7
Cr	22.5	15.6	10.1	11.8	10.9	36.2
Mn	692	113	64.6	435	190	490
Co	8,36	4,2	1,66	3,76	2,98	8,09
Ni	13,3	5,99	4,51	6,73	6	16,5
Cu	21,9	8,06	9	24	21,9	18
As	51,1	52,5	13,3	54,4	35,9	8,01
Cd	0,449	0,137	0,235	0,222	0,317	0,237
Sb	3.93	102	4.6	2.57	1.9	< 0.5
Pb	34,5	37,6	27,9	66,5	70,8	33,3
Hg	0,101	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,598	< 0,1

Dioxines - furanes

Substances	Concentration (TOTAL TEQ NATO - pg/g MS)				
	A1	A2	A3	A4	A6 - A7
Dioxines et furanes	0.5	3.1	0.9	3.6	1.2 - 2.9

9.5 Annexe 5 : Synthèse des résultats de la surveillance environnementale du site menée par Atmo Aquitaine - métaux

Année	Station Palais-sur-Vienne												
	(ng/m ³)												
	As	Cd	Pb	Ni	V	Cr	Mn	Co	Cu	Sb	Tl	Hg	Cr(VI)
2022	0.32	0.03	1.26	0.60	0.91	1.07	7.42	0.14	2.21	0.26	0.03*	0*	0*
2023	0.04	0.01	0.14	0.08	0.06	0.13	0.45	0.01*	0.36	0.04	0.01*	0*	0.01*
2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8*	0.01*

* valeurs inférieures aux limites de quantification analytique / **traceurs de risque**

9.6 Annexe 6 : Données toxicologiques

Substances	CAS n°R	Catégorie	Classement	Mention de danger	classement cancérogénéicité			effet toxique à seuil		effet sans seuil	
								Inhalation		Inhalation	
			symboles		UE	CIRC (IARC)	EPA	VTR en µg/m³	Organe cible	VTR en (µg/m³) ⁻¹	Organe cible
Arsenic (As)	7440-38-2	Métaux	SGH06, SGH09	H331, H301, H400, H410	C1A	1	A	0.015	effet sur le développement	1,5 10 ⁻⁴ (TCEQ, 2012 ANSES 2018)	Système pulmonaire
Cadmium (Cd) effets non cancérigènes	non adéquat	Métaux	SGH06, SGH08	H350i, H330, H301, H372, H319, H335, H315, H317	C1B	1	B1	0,45 ANSES 2012	Rein		
Cadmium (Cd) effets cancérigènes	7440-43-9	Métaux	SGH06, SGH08, SGH09	H350, H341, H361fd, H330, H372, H400, H410	C1B/C2 M1B/M2 R1B/R2	1		0,3 ANSES 2012	tumeurs pulmonaires		
Chrome VI (Cr VI particulaire)	trioxyde de Cr 1333-82-0	Métaux	SGH03, SGH05, SGH06, SGH08, SGH09	H271, H350, H340, H361f, H330, H311, H301, H372, H314, H334, H317, H410	C1A M1B R2	1	A (inh ^o) D (oral)	0,03 (USEPA,2024)	Système pulmonaire	2 10 ⁻² (USEPA, 2024)	Système pulmonaire
Cobalt (Co)	7440-48-4	Métaux	SGH08	H334, H317, H413	C1B M2 R1B	2B	-	0,1 (ATSDR 2024 - OMS 2006)	effet pulmonaire	7,7 10 ⁻³ (OEHHA 2020)	
Manganèse (Mn)	non adéquat	Métaux	SGH07 (dioxyde)	H332, H302 (dioxyde)	-	-	D	0,3 (ATSDR 2012 ANSES 2018)	Système nerveux		
Mercure (Hg)	7439-97-6	Métaux	SGH06, SGH08, SGH09	H360D, H330, H372, H400, H410	R1B	3	C à D	0,03 (OEHHA 2008 INERIS 2014)	effet neurologique		
Nickel (Ni)	7440-02-0	Métaux	SGH07, SGH08	H351, H372, H317, H412	C2	2B	A	0,23 (TCEQ 2011 ANSES 2015)	système pulmonaire	1,7 10 ⁻⁴ (TCEQ 2011 ANSES)	
Plomb (Pb)	7439-92-1	Métaux	SGH07, SGH08, SGH09	H360Df, H332, H373, H400, H410	R1A	2B	B2	0,9 (ANSES,2013)		1,2 10 ⁻⁵ (OEHHA 2011 INERIS 2013)	
Dioxines / Furanes		particulair es dioxines / furanes						-	-	-	-
H2S	7783-06-4	Gaz	SGH02, SGH05, SGH06, SGH09	H220, H330, H400	-	-	-	2 (US EPA 2003)	Système nerveux, système respiratoire, irritation oculaire	-	-
Benzène	71-43-2	Gaz	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H350, H340, H372, H304, H319, H315	C1A M1B	1	A	9,7 (ANSES, 2024)	sang	1,6 10 ⁻⁶ (ANSES, 2024)	-
PM2.5	-	Particule	-	-	-	-	-	-	-	1,28.10-2 (ANSES 2024)	Décès toute cause non accidentelle



Susbtances	CAS n°R	Catégorie	Classement	Mention de danger	classement cancérogénéicité			effet toxique à seuil		effet sans seuil	
								Ingestion		Ingestion	
			symboles		UE	CIRC (IARC)	EPA	VTR en mg/kg/j	Organe cible	VTR en (mg/kg/j) ⁻¹	Organe cible
Arsenic (As)	7440-38-2	Métaux	SGH06, SGH09	H331, H301, H400, H410	C1A	1	A	0,06 (US EPA, 2025)	lésions cutanées	31.7 (US-EPA, 2025)	Voie cutanée
Cadmium (Cd) effets non cancérigènes	non adéquat	Métaux	SGH06, SGH08	H350i, H330, H301, H372, H319, H335, H315, H317	C1B	1	B1	0,00035 (ANSES 2017)	risque osseux		
Cadmium (Cd) effets cancérigènes	7440-43-9	Métaux	SGH06, SGH08, SGH09	H350, H341, H361fd, H330, H372, H400, H410	C1B/C2 M1B/M2 R1B/R2	1					
Chrome VI (Cr VI particulaire)	trioxyde de Cr 1333-82-0	Métaux	SGH03, SGH05, SGH06, SGH08, SGH09	H271, H350, H340, H361f, H330, H311, H301, H372, H314, H334, H317, H410	C1A M1B R2	1	A (inh°) D (oral)	0.0022 (USEPA,2024)	système pulmonaire	2.7 10 ⁻² (USEPA,2024)	adénomes et carcinomes de l'intestin grêle
Cobalt (Co)	7440-48-4	Métaux	SGH08	H334, H317, H413	C1B M2 R1B	2B	-	0,0015 (AFSSA 2010 ANSES 2016)			
Manganèse (Mn)	non adéquat	Métaux	SGH07 (dioxyde)	H332, H302 (dioxyde)	-	-	D	0,055 (INSPQ 2017 ANSES 2019)	Effets neuro- développementaux chez le nourrisson		
Mercure (Hg)	7439-97-6	Métaux	SGH06, SGH08, SGH09	H360D, H330, H372, H400, H410	R1B	3	C à D	0,00066 (INERIS 2014)	Rein		
Nickel (Ni)	7440-02-0	Métaux	SGH07, SGH08	H351, H372, H317, H412	C2	2B	A	0,013 (EFSA 2020)	effets reprotoxiques		
Plomb (Pb)	7439-92-1	Métaux	SGH07, SGH08, SGH09	H360Df, H332, H373, H400, H410	R1A	2B	B2	0,00063 (ANSES 2013)	plombemie	8,5 10 ⁻³ (OEHHA 2011 ANSES 2013)	rein
Dioxines / Furanes		particulair es dioxines / furanes						7.10-10 (US EPA 2012)	effets reprotoxiques		
H2S	7783-06-4	Gaz	SGH02, SGH05, SGH06, SGH09	H220, H330, H400	-	-	-	-	-	-	-
Benzène	71-43-2	Gaz	SGH02, SGH07, SGH08	H225, H350, H340, H372, H304, H319, H315	C1A M1B	1	A	-	-	-	-
PM2.5	-	Particule	-	-	-	-	-	-	-	-	-

9.7 Annexe 7 : Paramètres d'exposition

Inhalation des substances gazeuses

Pour la voie d'exposition par inhalation, la dose d'exposition correspond à la quantité de substances susceptibles de pénétrer dans l'organisme par les voies respiratoires, Pour cette voie, l'exposition est exprimée en concentration moyenne inhalée calculée par la formule suivante :

$$CI = \frac{\sum ci \times D \times Ti}{Tm}$$

Avec : CI : concentration moyenne d'exposition (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

D : fraction du temps d'exposition sur une année

Ti : durée d'exposition à la concentration Ci en années

Tm : période sur laquelle l'exposition est moyennée

La fraction du temps d'exposition sur une année entière est égale à 100 % pour l'ensemble es scenarios retenus,

La durée et la période moyenne d'exposition retenues dans le cadre de cette étude est :

Paramètres	Effet toxique à seuil		Effet toxique sans seuil	
	Enfant	Adulte / vie entière	Enfant	Adulte / Vie entière
Ti	6	30	6	30
Tm	= Ti	=Ti	70	70

Pour les scenarios étudiés, il a été considéré que les cibles étaient exposées aux mêmes concentrations que ce soit en air intérieur et en air extérieur.

Ingestion des substances particulières

Les calculs de concentration dans les sols et les légumes utiliseront donc cet outil, basé sur les pratiques en vigueur (notamment US-EPA 1998).

Ingestion de sols

Pour cette voie, la dose d'exposition est exprimée en dose journalière d'exposition (DJE) calculée par la formule suivante :

$$DJE_s = \frac{Q_s \times C_s \times f_s}{P} \times \frac{t_i}{T_m}$$

Avec :

- DJE : dose journalière d'exposition (en mg/kg_{pc}/jour) ou kg_{pc} correspond au kilogramme de poids corporel
- C_s : concentration dans les sols (en mg/kg)
- Q_s : quantité de sol ingéré (en kg/j)
- P : poids corporel de la cible (en kg)
- f_s : fraction de la quantité de sol ingéré et exposé à la contamination
- t_i : durée d'exposition en années
- T_m : période sur laquelle l'exposition est moyennée

Paramètres relatifs au milieu :

La concentration dans les sols de surface est estimée sur la base des dépôts au sol obtenus par la modélisation de la dispersion atmosphériques des substances.

Les concentrations dans les sols sont obtenus sur la base de l'équation générique du modèle intégré CALTOX :

$$C_s = \left(\frac{\text{dépôt} \times T_{sol}}{d_{sol} \times p_s} \right)$$

- Avec :
- C_s : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)
 - dépôt : dépôts totaux modélisé (dépôt moyen annuel) (mg/m²/s)
 - T_{sol} : Durée d'accumulation dans le sol superficiel
 - d_{sol} : densité moyenne du sol (kg/m³)
 - P_s : profondeur du sol retenu (m)

Paramètres	Valeur retenues	Commentaire
Exposition des sols (Tsol)	10 ans	Valeur communément utilisée Les phénomènes de lixiviation, érosion dégradation... ne sont pas considérés
Densité du sol (Dsol)	1 700 kg/m ³	Valeur communément utilisée
Profondeur du sol retenus (Ps)	1 cm	

Paramètres relatifs à la cible :

Les paramètres relatifs à la cible sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Enfant	Origine de la donnée	Adulte	Origine de la donnée
Quantité de matrice ingérée (Qs)	91 mg/j	Percentile 95 de l'étude de Stanek et al. (2001) issue des travaux de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012)	50 mg/j	Valeur couramment utilisée dans des études françaises et d'autres pays
Poids corporel	15 kg	Poids corporel moyen d'un enfant de moins de 6 ans (INSERM et OMS)	60 kg	Poids corporel moyen d'un adulte est fixé à 60 kg pour les adultes à partir de 17 ans (INSERM et OMS)

Paramètres relatifs à l'exposition :

Les paramètres relatifs à l'exposition sont repris dans le tableau ci-dessous :

Paramètres	Effet toxique à seuil		Effet toxique sans seuil	
	Enfant	Adulte / vie entière	Enfant	Adulte / Vie entière
Ti	6 ans	30 ans	6 ans	30 ans
Tm	= Ti	=Ti	70 ans	70 ans
Fs	100 %			

Consommation de végétaux produits localement

Pour cette voie, la dose d'exposition est exprimée en dose journalière d'exposition (DJE) calculée par la formule suivante :

$$DJE_{veg} = \frac{Q_{veg} \times C_{veg} \times f_{veg}}{P} \times \frac{T_i}{T_m}$$

Avec : DJE : dose journalière d'exposition (en mg/kg_{pc}/jour) ou kg_{pc} correspond au kilogramme de poids corporel

C_{veg} : concentration dans les végétaux (en mg/kg)

Q_{veg} : quantité de végétaux ingérés (en kg/j)

P : poids corporel de la cible (en kg)

f_{veg} : fraction de la quantité de matrice i ingérée et exposée à la contamination

t_i : durée d'exposition en années

T_m : période sur laquelle l'exposition est moyennée

Les doses d'exposition par ingestion sont estimées sur la base des concentrations modélisées dans les différents milieux, du facteur de bioconcentration ainsi que les habitudes de consommation des individus (quantité ingérée par jour et pourcentage d'autoconsommation).

Paramètres relatifs au milieu :

La détermination des concentrations dans les végétaux nécessite de connaître la concentration dans les sols racinaires préalablement :

- Concentrations dans les sols racinaires

Les concentrations dans les sols sont obtenus sur la base de l'équation générique du modèle intégré CALTOX :

$$C_s = \left(\frac{dépôt \times T_{sol}}{d_{sol} \times p_s} \right)$$

Avec : Cs : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)
dépôt : dépôts totaux modélisé (dépôt moyen annuel) (mg/m²/s)
Tsol : Durée d'accumulation dans le sol superficiel
dsol : densité moyenne du sol (kg/m³)
Ps : profondeur du sol retenu (m)

Paramètres	Valeur retenues	Commentaire
Exposition des sols (Tsol)	10 ans	Valeur communément utilisée Les phénomènes de lixiviation, érosion dégradation... ne sont pas considérés
Densité du sol (Dsol)	1 700 kg/m ³	Valeur communément utilisée
Profondeur du sol retenus (Ps)	30 cm	

- Concentrations dans les végétaux

Les mécanismes de transfert du sol racinaire vers les plantes ont été définis sur la base des équations suivantes :

$$C_{aerien,i} = BCF_{sol-aerien}(poids\ sec) \times C_{sol} \times f$$

$$C_{racine,i} = BCF_{sol-racine}(poids\ sec) \times C_{sol} \times f$$

où Csol : concentration dans le sol, en mg/kg MS.
Caerien,i : concentration de la substance i dans partie aérienne du végétal (tige et feuille) mg/kg de poids sec
Cracine,i : concentration de la substance i dans la racine du végétal mg/kg de poids sec
F : facteur de conversion poids sec -> poids frais

Les valeurs retenues pour le passage poids sec / poids frais sont celles des modèles intégrés HESP et VOLASOIL.

Les facteurs de bioconcentration pour les métaux lourds considérés sont issus de l'INERIS, HHRAP pour la plupart.

- Concentrations dans les produits animaliers

La concentration relative à un produit donné est régie par l'équation suivante :

$$C_{prod,i} = C_{prod,i,sol\ sup} + C_{prod,i,veg}$$

Les mécanismes de transfert du sol racinaire vers les matrices animales et des plantes vers les matrices animales ont été définis sur la base des équations suivantes :

$$C_{prod,i,sol\ sup} = (I_h \times E + I_s) \times Be \times C_{polluant,sol\ sup}$$

$$C_{prod,i,veg} = (I_h \times BCF) \times Be \times C_{polluant,sol\ prof}$$

où Ih : Ingestion quotidienne d'herbe par les poules/les vaches (kg/j)
E : Eclaboussure pluie « rainsplash » (kg sol/kg/plante) : 0,0034 kg sol/kg/plante
Is : Ingestion quotidienne de sol par les poules/les vaches (kg/j) : 0,00455 kg sol / kg plante
Be : Facteur de biotransfert entre les poules et les oeufs ((mg/kg frais)/(mg/j)) ou Facteur de biotransfert entre les vaches laitière et le lait ((mg/kg frais)/(mg/j)) ou Facteur de biotransfert entre le boeuf et leur viande ((mg/kg frais)/(mg/j))
BCF : Coefficient de partition plantes / sol (kg sol / kg plantes)
Cpolluant_sol sup : Teneur en polluant mesurée dans le compartiment « sol supérieur » (mg/kg)
Cpolluant_sol prof : Teneur en polluant mesurée dans le compartiment « sol racinaire » (mg/kg)

Paramètres relatifs à la cible :

Les paramètres relatifs à la cible sont ceux de la base CIBLEX (département 87).

Cibles	Paramètres	Valeur retenues (g/j)
Enfants	Légumes feuilles	32.4
	Légume racines	17.2
	Œuf	11.9
	Lait	337.7
	Volaille	18.0
	Bœuf	17.2
Adulte	Légumes feuilles	42.6
	Légume racines	27.3
	Œuf	24.6
	Lait	151
	Volaille	59.7
	Bœuf	40.7

Les pourcentages d'autoconsommation retenus sont repris ci-dessous :

Cibles	Paramètres	Valeur retenues (%)
Enfants / adulte	Légumes feuilles	34.5
	Légume racines	30.2
	Œuf	27.5
	Lait	3.3
	Volaille	26.2
	Bœuf	1.4

9.8 Annexe 8 : Dose d'exposition – scenario 1

Concentration inhalée

Concentration inhalée - effet à seuil – enfant/adulte												
Récepteur	Benzène	Cd (effet cancérigène)	Cd (effet non cancérigène)	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Dioxines furanes	H ₂ S	Co
R1	6.40E-03	1.51E-05	1.51E-05	1.51E-04	1.37E-07	5.75E-06	9.06E-07	1.25E-05	3.92E-05	3.68E-11	7.24E-04	1.65E-07
T2	3.27E-02	7.80E-05	7.80E-05	7.72E-04	7.06E-07	4.67E-06	6.45E-05	2.02E-04	1.92E-10	4.57E-03	8.53E-07	3.27E-02
R3	5.94E-03	1.38E-05	1.38E-05	1.37E-04	1.25E-07	5.25E-06	8.27E-07	1.14E-05	3.58E-05	3.35E-11	1.60E-03	1.51E-07
T4	3.29E-02	7.77E-05	7.77E-05	7.75E-04	7.04E-07	4.66E-06	6.42E-05	2.02E-04	1.93E-10	4.06E-03	8.50E-07	3.29E-02
R5	4.76E-03	1.06E-05	1.06E-05	1.08E-04	9.60E-08	4.03E-06	6.35E-07	8.76E-06	2.75E-05	2.58E-11	4.80E-04	1.16E-07
R6	7.79E-03	1.72E-05	1.72E-05	1.79E-04	1.56E-07	6.54E-06	1.03E-06	1.42E-05	4.46E-05	4.18E-11	1.24E-03	1.88E-07
R7	1.20E-02	2.93E-05	2.93E-05	2.85E-04	2.65E-07	1.11E-05	1.76E-06	2.42E-05	7.60E-05	7.12E-11	1.72E-03	3.20E-07
R8	5.69E-03	1.33E-05	1.33E-05	1.33E-04	1.20E-07	5.04E-06	7.95E-07	1.10E-05	3.44E-05	3.22E-11	7.78E-04	1.45E-07
R9	1.40E-02	3.43E-05	3.43E-05	3.32E-04	3.11E-07	1.30E-05	2.05E-06	2.83E-05	8.90E-05	8.34E-11	7.21E-03	3.75E-07
R10	2.73E-02	5.71E-05	5.71E-05	5.85E-04	5.17E-07	2.17E-05	3.42E-06	4.72E-05	1.48E-04	1.49E-10	2.35E-03	6.24E-07
R11	1.07E-02	2.53E-05	2.53E-05	2.52E-04	2.29E-07	9.63E-06	1.52E-06	2.09E-05	6.57E-05	6.22E-11	1.28E-03	2.77E-07
R12	3.38E-02	8.02E-05	8.02E-05	7.97E-04	7.27E-07	3.05E-05	4.81E-06	6.63E-05	2.08E-04	1.98E-10	4.15E-03	8.77E-07

Concentration inhalée - effet sans seuil - enfant									
Récepteur	Benzène	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Dioxines furanes	H ₂ S	Co
R1	5.49E-04	1.17E-08	4.93E-07	7.76E-08	1.07E-06	3.36E-06	3.15E-12	6.20E-05	1.42E-08
T2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R3	5.09E-04	1.07E-08	4.50E-07	7.09E-08	9.77E-07	3.07E-06	2.87E-12	1.37E-04	1.29E-08
T4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R5	4.08E-04	8.23E-09	3.46E-07	5.45E-08	7.51E-07	2.36E-06	2.21E-12	4.11E-05	9.93E-09
R6	6.68E-04	1.34E-08	5.60E-07	8.83E-08	1.22E-06	3.82E-06	3.58E-12	1.06E-04	1.61E-08
R7	1.03E-03	2.28E-08	9.55E-07	1.51E-07	2.08E-06	6.52E-06	6.11E-12	1.48E-04	2.75E-08
R8	4.88E-04	1.03E-08	4.32E-07	6.81E-08	9.39E-07	2.95E-06	2.76E-12	6.67E-05	1.24E-08
R9	1.20E-03	2.66E-08	1.12E-06	1.76E-07	2.43E-06	7.63E-06	7.15E-12	6.18E-04	3.21E-08
R10	2.34E-03	4.43E-08	1.86E-06	2.93E-07	4.04E-06	1.27E-05	1.28E-11	2.01E-04	5.35E-08
R11	9.17E-04	1.97E-08	8.25E-07	1.30E-07	1.79E-06	5.63E-06	5.34E-12	1.09E-04	2.37E-08
R12	2.90E-03	6.23E-08	2.62E-06	4.12E-07	5.68E-06	1.78E-05	1.70E-11	3.56E-04	7.52E-08

Concentration inhalée - effet sans seuil - adulte						
Récepteur	Benzene	As	Pb	CrVI	Ni	Co
R1	2.74E-03	5.87E-08	2.46E-06	3.88E-07	5.35E-06	7.08E-08
T2	1.40E-02	3.03E-07	1.27E-05	2.00E-06	2.76E-05	3.65E-07
R3	2.54E-03	5.36E-08	2.25E-06	3.54E-07	4.89E-06	6.46E-08
T4	1.41E-02	3.02E-07	1.27E-05	2.00E-06	2.75E-05	3.64E-07
R5	2.04E-03	4.12E-08	1.73E-06	2.72E-07	3.76E-06	4.97E-08
R6	3.34E-03	6.68E-08	2.80E-06	4.42E-07	6.09E-06	8.06E-08
R7	5.14E-03	1.14E-07	4.78E-06	7.53E-07	1.04E-05	1.37E-07
R8	2.44E-03	5.15E-08	2.16E-06	3.41E-07	4.70E-06	6.21E-08
R9	6.01E-03	1.33E-07	5.59E-06	8.81E-07	1.21E-05	1.61E-07
R10	1.17E-02	2.22E-07	9.30E-06	1.47E-06	2.02E-05	2.67E-07
R11	4.58E-03	9.83E-08	4.13E-06	6.50E-07	8.97E-06	1.19E-07
R12	1.45E-02	3.11E-07	1.31E-05	2.06E-06	2.84E-05	3.76E-07

Dose Journalière d'exposition

DJE effets à seuil - enfant									
Récepteur	Cd	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Dioxines furanes	Co
R1	4.20E-08	1.18E-07	3.14E-10	1.19E-08	1.85E-09	2.58E-08	2.19E-07	4.46E-12	3.09E-10
R3	2.28E-08	5.85E-08	1.71E-10	6.47E-09	1.01E-09	1.39E-08	1.19E-07	2.38E-12	1.69E-10
R5	2.97E-08	8.47E-08	2.22E-10	8.42E-09	1.31E-09	1.82E-08	1.55E-07	3.14E-12	2.19E-10
R6	3.01E-08	6.98E-08	2.25E-10	8.54E-09	1.34E-09	1.84E-08	1.57E-07	3.15E-12	2.22E-10
R7	8.11E-08	2.26E-07	6.05E-10	2.30E-08	3.57E-09	4.95E-08	4.20E-07	8.59E-12	5.96E-10
R8	2.97E-08	8.29E-08	2.21E-10	8.39E-09	1.31E-09	1.81E-08	1.54E-07	3.12E-12	2.18E-10
R9	6.52E-08	1.91E-07	4.87E-10	1.84E-08	2.88E-09	3.98E-08	3.39E-07	6.84E-12	4.80E-10
R10	1.01E-07	2.25E-07	7.55E-10	2.86E-08	4.45E-09	6.17E-08	5.25E-07	1.10E-11	7.44E-10
R11	7.43E-08	1.91E-07	5.56E-10	2.11E-08	3.28E-09	4.55E-08	3.86E-07	7.97E-12	5.48E-10
R12	2.22E-07	5.13E-07	1.65E-09	6.27E-08	9.79E-09	1.36E-07	1.15E-06	2.37E-11	1.63E-09

DJE effets à seuil - adulte									
Récepteur	Cd	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Dioxines furanes	Co
R1	5.26E-09	1.78E-08	4.45E-11	1.71E-09	2.60E-10	3.66E-09	6.10E-08	2.59E-12	4.28E-11
T2	2.57E-08	7.09E-08	2.17E-10	8.36E-09	1.27E-09	1.79E-08	2.97E-07	1.28E-11	2.09E-10
R3	2.84E-09	8.86E-09	2.41E-11	9.29E-10	1.41E-10	1.98E-09	3.31E-08	1.39E-12	2.32E-11
T4	2.73E-08	7.77E-08	2.31E-10	8.89E-09	1.35E-09	1.90E-08	3.16E-07	1.37E-11	2.22E-10
R5	3.71E-09	1.28E-08	3.15E-11	1.21E-09	1.84E-10	2.58E-09	4.31E-08	1.83E-12	3.03E-11
R6	3.76E-09	1.06E-08	3.18E-11	1.23E-09	1.87E-10	2.62E-09	4.37E-08	1.83E-12	3.06E-11
R7	1.01E-08	3.42E-08	8.56E-11	3.30E-09	5.00E-10	7.04E-09	1.17E-07	5.01E-12	8.24E-11
R8	3.71E-09	1.25E-08	3.12E-11	1.21E-09	1.84E-10	2.57E-09	4.29E-08	1.82E-12	3.01E-11
R9	8.15E-09	2.89E-08	6.89E-11	2.65E-09	4.03E-10	5.66E-09	9.44E-08	3.99E-12	6.64E-11
R10	1.26E-08	3.40E-08	1.07E-10	4.11E-09	6.23E-10	8.78E-09	1.46E-07	6.41E-12	1.03E-10
R11	9.30E-09	2.89E-08	7.86E-11	3.03E-09	4.59E-10	6.47E-09	1.07E-07	4.64E-12	7.58E-11
R12	2.77E-08	7.76E-08	2.34E-10	9.00E-09	1.37E-09	1.93E-08	3.20E-07	1.38E-11	2.25E-10

DJE effets sans seuil - enfant - somme				
Récepteur	As	Pb	Cr VI	Ni
R1	2.69E-11	1.02E-09	1.59E-10	2.21E-09
RT2				
R3	1.47E-11	5.55E-10	8.66E-11	1.19E-09
RT4				
R5	1.90E-11	7.22E-10	1.12E-10	1.56E-09
R6	1.93E-11	7.32E-10	1.15E-10	1.58E-09
R7	5.19E-11	1.97E-09	3.06E-10	4.24E-09
R8	1.89E-11	7.19E-10	1.12E-10	1.55E-09
R9	4.17E-11	1.58E-09	2.47E-10	3.41E-09
R10	6.47E-11	2.45E-09	3.81E-10	5.29E-09
R11	4.77E-11	1.81E-09	2.81E-10	3.90E-09
R12	1.41E-10	5.37E-09	8.39E-10	1.17E-08

DJE effets sans seuil - adulte - somme				
Récepteur	As	Pb	Cr VI	Ni
R1	1.91E-11	7.33E-10	1.11E-10	1.57E-09
RT2	9.32E-11	3.58E-09	5.45E-10	7.68E-09
R3	1.03E-11	3.98E-10	6.04E-11	8.49E-10
RT4	9.90E-11	3.81E-09	5.79E-10	8.16E-09
R5	1.35E-11	5.19E-10	7.89E-11	1.11E-09
R6	1.36E-11	5.27E-10	8.01E-11	1.12E-09
R7	3.67E-11	1.41E-09	2.14E-10	3.02E-09
R8	1.34E-11	5.19E-10	7.89E-11	1.10E-09
R9	2.95E-11	1.14E-09	1.73E-10	2.43E-09
R10	4.59E-11	1.76E-09	2.67E-10	3.76E-09
R11	3.37E-11	1.30E-09	1.97E-10	2.77E-09
R12	1.00E-10	3.86E-09	5.87E-10	8.27E-09

DJE effet sans seuil - vie entière - somme				
Récepteur	As	Pb	Cr VI	Ni
R1	4.22E-11	1.61E-09	2.48E-10	3.47E-09
RT2	7.45E-11	2.87E-09	4.36E-10	6.14E-09
R3	2.29E-11	8.73E-10	1.35E-10	1.87E-09
RT4	7.92E-11	3.05E-09	4.64E-10	6.53E-09
R5	2.98E-11	1.14E-09	1.75E-10	2.44E-09
R6	3.02E-11	1.15E-09	1.79E-10	2.48E-09
R7	8.12E-11	3.10E-09	4.77E-10	6.66E-09
R8	2.96E-11	1.13E-09	1.75E-10	2.43E-09
R9	6.54E-11	2.49E-09	3.85E-10	5.35E-09
R10	1.01E-10	3.86E-09	5.95E-10	8.30E-09
R11	7.46E-11	2.85E-09	4.39E-10	6.12E-09
R12	2.22E-10	8.46E-09	1.31E-09	1.83E-08

9.9 Annexe 9 : calculs de risque

QD inhalation

QD inhalation – enfant / adulte													
Récepteurs	Benzene	Cd_effet cancérigène	Cd_effet non cancérigène	Hg	As	Pb	CrVI	Ni	Mn	Dioxines furanes	H2S	Co	QD sommé
R1	6.60E-04	3.36E-05	5.04E-05	5.02E-03	9.13E-06	6.39E-06	3.02E-05	5.43E-05	1.31E-04	9.19E-07	3.62E-04	1.65E-06	6.36E-03
R3	6.12E-04	3.07E-05	4.60E-05	4.58E-03	8.33E-06	5.83E-06	2.76E-05	4.96E-05	1.19E-04	8.39E-07	7.98E-04	1.51E-06	6.28E-03
R5	4.91E-04	2.36E-05	3.53E-05	3.61E-03	6.40E-06	4.48E-06	2.12E-05	3.81E-05	9.17E-05	6.44E-07	2.40E-04	1.16E-06	4.56E-03
R6	8.03E-04	3.82E-05	5.73E-05	5.97E-03	1.04E-05	7.27E-06	3.43E-05	6.18E-05	1.49E-04	1.04E-06	6.21E-04	1.88E-06	7.76E-03
R7	1.24E-03	6.51E-05	9.77E-05	9.51E-03	1.77E-05	1.24E-05	5.85E-05	1.05E-04	2.53E-04	1.78E-06	8.61E-04	3.20E-06	1.22E-02
R8	5.87E-04	2.95E-05	4.42E-05	4.44E-03	8.01E-06	5.60E-06	2.65E-05	4.76E-05	1.15E-04	8.05E-07	3.89E-04	1.45E-06	5.70E-03
R9	1.45E-03	7.62E-05	1.14E-04	1.11E-02	2.07E-05	1.45E-05	6.85E-05	1.23E-04	2.97E-04	2.08E-06	3.60E-03	3.75E-06	1.68E-02
R10	2.82E-03	1.27E-04	1.90E-04	1.95E-02	3.45E-05	2.41E-05	1.14E-04	2.05E-04	4.93E-04	3.72E-06	1.17E-03	6.24E-06	2.47E-02
R11	1.10E-03	5.63E-05	8.44E-05	8.39E-03	1.53E-05	1.07E-05	5.06E-05	9.10E-05	2.19E-04	1.56E-06	6.38E-04	2.77E-06	1.07E-02
R12	3.48E-03	1.78E-04	2.67E-04	2.66E-02	4.85E-05	3.39E-05	1.60E-04	2.88E-04	6.94E-04	4.95E-06	2.08E-03	8.77E-06	3.38E-02

QD ingestion

QD ingestion enfant										
Récepteur	Cd	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Dioxines furanes	Co	QD sommé
R1	1.20E-04	1.79E-04	5.23E-09	1.89E-05	8.41E-06	1.98E-05	3.98E-06	6.37E-06	2.06E-07	3.57E-04
T2										
R3	6.50E-05	8.86E-05	2.85E-09	1.03E-05	4.59E-06	1.07E-05	2.16E-06	3.40E-06	1.13E-07	1.85E-04
T4										
R5	8.48E-05	1.28E-04	3.70E-09	1.34E-05	5.95E-06	1.40E-05	2.82E-06	4.49E-06	1.46E-07	2.54E-04
R6	8.60E-05	1.06E-04	3.75E-09	1.36E-05	6.09E-06	1.42E-05	2.85E-06	4.50E-06	1.48E-07	2.33E-04
R7	2.32E-04	3.42E-04	1.01E-08	3.65E-05	1.62E-05	3.81E-05	7.64E-06	1.23E-05	3.97E-07	6.85E-04
R8	8.48E-05	1.26E-04	3.68E-09	1.33E-05	5.95E-06	1.39E-05	2.80E-06	4.46E-06	1.45E-07	2.51E-04
R9	1.86E-04	2.89E-04	8.12E-09	2.92E-05	1.31E-05	3.06E-05	6.16E-06	9.77E-06	3.20E-07	5.65E-04
R10	2.88E-04	3.41E-04	1.26E-08	4.54E-05	2.02E-05	4.75E-05	9.55E-06	1.57E-05	4.96E-07	7.68E-04
R11	2.12E-04	2.89E-04	9.27E-09	3.35E-05	1.49E-05	3.50E-05	7.02E-06	1.14E-05	3.65E-07	6.04E-04
R12	6.34E-04	7.77E-04	2.75E-08	9.95E-05	4.45E-05	1.05E-04	2.09E-05	3.39E-05	1.09E-06	1.72E-03

QD ingestion adulte										
Récepteur	Cd	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Dioxines furanes	Co	QD sommé
R1	1.50E-05	2.70E-05	7.42E-10	2.71E-06	1.18E-06	2.82E-06	1.11E-06	3.70E-06	2.85E-08	5.35E-05
T2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
R3	8.11E-06	1.34E-05	4.02E-10	1.47E-06	6.41E-07	1.52E-06	6.02E-07	1.99E-06	1.55E-08	2.78E-05
T4	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
R5	1.06E-05	1.94E-05	5.25E-10	1.92E-06	8.36E-07	1.98E-06	7.84E-07	2.61E-06	2.02E-08	3.82E-05
R6	1.07E-05	1.61E-05	5.30E-10	1.95E-06	8.50E-07	2.02E-06	7.95E-07	2.61E-06	2.04E-08	3.51E-05
R7	2.89E-05	5.18E-05	1.43E-09	5.24E-06	2.27E-06	5.42E-06	2.13E-06	7.16E-06	5.49E-08	1.03E-04
R8	1.06E-05	1.89E-05	5.20E-10	1.92E-06	8.36E-07	1.98E-06	7.80E-07	2.60E-06	2.01E-08	3.77E-05
R9	2.33E-05	4.38E-05	1.15E-09	4.21E-06	1.83E-06	4.35E-06	1.72E-06	5.70E-06	4.43E-08	8.49E-05
R10	3.60E-05	5.15E-05	1.78E-09	6.52E-06	2.83E-06	6.75E-06	2.65E-06	9.16E-06	6.87E-08	1.16E-04
R11	2.66E-05	4.38E-05	1.31E-09	4.81E-06	2.09E-06	4.98E-06	1.95E-06	6.63E-06	5.05E-08	9.09E-05
R12	7.91E-05	1.18E-04	3.90E-09	1.43E-05	6.23E-06	1.48E-05	5.82E-06	1.97E-05	1.50E-07	2.58E-04

QD ingestion vie entière										
Récepteur	Cd	Hg	As	Pb	Cr VI	Ni	Mn	Dioxines furanes	Co	QD sommé
R1	2.89E-05	5.74E-05	1.64E-09	5.97E-06	2.63E-06	6.22E-06	1.11E-06	4.23E-06	1.37E-04	2.44E-04
T2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
R3	1.55E-05	2.85E-05	8.92E-10	3.24E-06	1.43E-06	3.36E-06	6.02E-07	2.27E-06	7.47E-05	1.30E-04
T4	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
R5	2.02E-05	4.12E-05	1.16E-09	4.21E-06	1.86E-06	4.39E-06	7.84E-07	2.99E-06	9.73E-05	1.73E-04
R6	2.05E-05	3.41E-05	1.17E-09	4.27E-06	1.89E-06	4.45E-06	7.95E-07	2.99E-06	9.83E-05	1.67E-04
R7	5.54E-05	1.10E-04	3.15E-09	1.15E-05	5.09E-06	1.19E-05	2.13E-06	8.17E-06	2.64E-04	4.68E-04
R8	2.02E-05	4.03E-05	1.16E-09	4.19E-06	1.86E-06	4.36E-06	7.80E-07	2.97E-06	9.67E-05	1.71E-04
R9	4.46E-05	9.30E-05	2.53E-09	9.22E-06	4.09E-06	9.62E-06	1.72E-06	6.53E-06	2.13E-04	3.82E-04
R10	6.89E-05	1.09E-04	3.93E-09	1.43E-05	6.32E-06	1.49E-05	2.65E-06	1.05E-05	3.29E-04	5.55E-04
R11	5.09E-05	9.30E-05	2.90E-09	1.06E-05	4.64E-06	1.10E-05	1.95E-06	7.59E-06	2.43E-04	4.22E-04
R12	1.51E-04	2.50E-04	8.62E-09	3.14E-05	1.39E-05	3.28E-05	5.82E-06	2.26E-05	7.21E-04	1.23E-03

ERI inhalation

ERI inhalation - enfant							
Récepteurs	Benzène	As	Pb	Cr VI	Ni	Co	ERI sommé
R1	8.78E-10	1.76E-12	5.91E-12	3.11E-09	1.82E-10	1.09E-10	4.28E-09
T2	-	-	-	-	-	-	-
R3	8.14E-10	1.61E-12	5.40E-12	2.83E-09	1.66E-10	9.95E-11	3.92E-09
T4	-	-	-	-	-	-	-
R5	6.53E-10	1.23E-12	4.15E-12	2.18E-09	1.28E-10	7.65E-11	3.04E-09
R6	1.07E-09	2.00E-12	6.73E-12	3.53E-09	2.07E-10	1.24E-10	4.94E-09
R7	1.65E-09	3.41E-12	1.15E-11	6.02E-09	3.53E-10	2.11E-10	8.25E-09
R8	7.81E-10	1.54E-12	5.19E-12	2.72E-09	1.60E-10	9.57E-11	3.77E-09
R9	1.92E-09	3.99E-12	1.34E-11	7.05E-09	4.13E-10	2.47E-10	9.65E-09
R10	3.75E-09	6.65E-12	2.23E-11	1.17E-08	6.87E-10	4.12E-10	1.66E-08
R11	1.47E-09	2.95E-12	9.90E-12	5.20E-09	3.05E-10	1.83E-10	7.17E-09
R12	4.63E-09	9.34E-12	3.14E-11	1.65E-08	9.66E-10	5.79E-10	2.27E-08

ERI inhalation - adulte							
Recepteur	Benzene	As	Pb	CrVI	Ni	Co	ERI sommé
R1	4.39E-09	8.80E-12	2.96E-11	1.55E-08	9.10E-10	5.45E-10	2.14E-08
T2	2.24E-08	4.54E-11	1.53E-10	8.01E-08	4.70E-09	2.81E-09	1.10E-07
R3	4.07E-09	8.03E-12	2.70E-11	1.42E-08	8.31E-10	4.98E-10	1.96E-08
T4	2.26E-08	4.53E-11	1.52E-10	7.98E-08	4.68E-09	2.80E-09	1.10E-07
R5	3.26E-09	6.17E-12	2.07E-11	1.09E-08	6.38E-10	3.82E-10	1.52E-08
R6	5.34E-09	1.00E-11	3.36E-11	1.77E-08	1.04E-09	6.20E-10	2.47E-08
R7	8.23E-09	1.71E-11	5.73E-11	3.01E-08	1.76E-09	1.06E-09	4.12E-08
R8	3.90E-09	7.72E-12	2.59E-11	1.36E-08	7.98E-10	4.78E-10	1.88E-08
R9	9.62E-09	2.00E-11	6.71E-11	3.52E-08	2.06E-09	1.24E-09	4.82E-08
R10	1.88E-08	3.32E-11	1.12E-10	5.86E-08	3.44E-09	2.06E-09	8.30E-08
R11	7.33E-09	1.47E-11	4.95E-11	2.60E-08	1.52E-09	9.14E-10	3.58E-08
R12	2.317E-08	4.672E-11	1.569E-10	8.241E-08	4.831E-09	2.894E-09	1.14E-07

ERI ingestion

ERI ingestion - enfant					
Récepteur	As	Pb	Cr VI	Ni	ERI sommé
R1	8.53E-10	8.67E-12	4.28E-12	3.76E-13	8.67E-10
RT2	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
R3	4.65E-10	4.71E-12	2.34E-12	2.03E-13	4.72E-10
RT4	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
R5	6.03E-10	6.13E-12	3.03E-12	2.65E-13	6.12E-10
R6	6.11E-10	6.22E-12	3.10E-12	2.68E-13	6.21E-10
R7	1.64E-09	1.68E-11	8.26E-12	7.21E-13	1.67E-09
R8	6.00E-10	6.11E-12	3.03E-12	2.64E-13	6.10E-10
R9	1.32E-09	1.34E-11	6.67E-12	5.80E-13	1.34E-09
R10	2.05E-09	2.08E-11	1.03E-11	8.99E-13	2.08E-09
R11	1.51E-09	1.54E-11	7.59E-12	6.63E-13	1.53E-09
R12	4.48E-09	4.57E-11	2.27E-11	1.98E-12	4.6E-09

ERI ingestion - adulte					
Récepteur	As	Pb	Cr VI	Ni	ERI sommé
R1	6.05E-10	6.23E-12	3.01E-12	2.67E-13	6.14E-10
RT2	2.95E-09	3.05E-11	1.47E-11	1.31E-12	3.00E-09
R3	3.27E-10	3.38E-12	1.63E-12	1.44E-13	3.32E-10
RT4	3.14E-09	3.24E-11	1.56E-11	1.39E-12	3.19E-09
R5	4.28E-10	4.41E-12	2.13E-12	1.88E-13	4.34E-10
R6	4.32E-10	4.48E-12	2.16E-12	1.91E-13	4.39E-10
R7	1.16E-09	1.20E-11	5.79E-12	5.13E-13	1.18E-09
R8	4.24E-10	4.41E-12	2.13E-12	1.87E-13	4.30E-10
R9	9.36E-10	9.65E-12	4.66E-12	4.12E-13	9.50E-10

R10	1.45E-09	1.50E-11	7.21E-12	6.40E-13	1.48E-09
R11	1.07E-09	1.10E-11	5.31E-12	4.71E-13	1.08E-09
R12	3.18E-09	3.28E-11	1.59E-11	1.41E-12	3.23E-09

ERI ingestion - vie entière					
Récepteur	As	Pb	Cr VI	Ni	ERI sommé
R1	1.34E-09	1.37E-11	6.69E-12	5.89E-13	1.36E-09
RT2	2.36E-09	2.44E-11	1.18E-11	1.04E-12	2.40E-09
R3	7.27E-10	7.42E-12	3.64E-12	3.18E-13	7.38E-10
RT4	2.51E-09	2.59E-11	1.25E-11	1.11E-12	2.55E-09
R5	9.46E-10	9.66E-12	4.74E-12	4.16E-13	9.60E-10
R6	9.57E-10	9.81E-12	4.83E-12	4.21E-13	9.72E-10
R7	2.57E-09	2.64E-11	1.29E-11	1.13E-12	2.61E-09
R8	9.40E-10	9.64E-12	4.74E-12	4.14E-13	9.54E-10
R9	2.07E-09	2.11E-11	1.04E-11	9.10E-13	2.10E-09
R10	3.21E-09	3.28E-11	1.61E-11	1.41E-12	3.26E-09
R11	2.37E-09	2.42E-11	1.18E-11	1.04E-12	2.40E-09
R12	7.03E-09	7.19E-11	3.53E-11	3.11E-12	7.13E-09