

Projet de chaufferie biomasse, Saint-Genis-Laval (69)

Evaluation des risques sanitaires

Pour le compte de :
CORIANCE





• Intervenants

CLIENT	GROUPE CORIANCE
Coordonnées	241 Rue Général Paulet - 29200 Brest - France
Contacts	Damien Ecorce Gérant (ECORCE ICPE CONSEIL) E-mail : damien.ecorce@icpe-conseil.fr Mobile : + 33 (0) 1 49 14 79 79

PRESTATAIRE	NUMTECH
Coordonnées	5 rue des planchettes – 63100 Clermont Ferrand – 06 72 11 52 38
Contacts	Emmanuelle Duthier Chef de projet Qualité de l’Air NUMTECH E-mail : emmanuelle.duthier@numtech.fr Mobile : +33 6 49 65 15 34

VERSION	DATE	MODIFICATIONS
1.0	20/12/2024	Version initiale
2.4	10/07/2025	Version finale

REDACTION	VERIFICATION
Alisson GODART Ingénieur en Evaluation des risques sanitaires 	Emmanuelle DUTHIER Cheffe de Projet Qualité de l’Air 

● Résumé

• **numtech** est sollicitée par CORIANCE afin d'évaluer les risques sanitaires induits par le projet de chaufferie biomasse située à Saint-Genis-Laval (69) sur son environnement, et d'effectuer l'Interprétation de l'Etat des Milieux.

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée en 4 étapes selon la démarche préconisée par l'Institut de l'environnement et des risques industriels (INERIS). Les effets aigus (pour une durée d'exposition de 1 heure à 2 semaines) et chroniques (pour une durée d'exposition d'au moins 1 an) susceptibles d'être induits suite à une exposition respiratoire et/ou orale à une série de substances ont été étudiés. Les niveaux d'expositions des populations riveraines au projet et les risques sanitaires ont été estimés via une étude de dispersion.

Afin d'alimenter l'interprétation de l'état des milieux, une campagne de mesure a été réalisée dans l'air ambiant et dans les sols. La démarche d'interprétation de l'état des milieux permet de conclure en la compatibilité du milieu « air » et du milieu « sol » avec les usages.

Les valeurs toxicologiques de référence ont été choisies en suivant les recommandations de la note méthodologique de la direction générale de la santé (DGS) d'octobre 2014.

Comme indiqué dans le guide de l'Ineris, la caractérisation des risques a porté uniquement sur les émissions du site en projet, ainsi, l'exposition actuelle des populations, appelée aussi « exposition ambiante » ou « niveau de fond ambiant » n'a pas été considérée dans l'étape de caractérisation des risques.

D'après les résultats obtenus, aucun dépassement de seuil sanitaire ($QD < 1$ et $ERI < 10^{-5}$) n'est observé lors d'expositions aiguës et chroniques par voie respiratoire et/ou digestive, pour l'ensemble des substances étudiées.

Le document produit par NUMTECH doit être diffusé dans son intégralité de façon à ce que les lecteurs disposent de l'ensemble des éléments ayant servi à établir les résultats. La responsabilité de NUMTECH ne pourra pas être engagée si les informations qui lui ont été fournies au cours de l'étude par le commanditaire sont erronées ou parcellaires ou si le rapport et ses annexes sont présentés de façon partielle ou utilisés à d'autres fins que celles prévues dans l'introduction de cette étude.



● Table des matières

1	INTRODUCTION	9
2	EVALUATION DES EMISSIONS DE L'INSTALLATION	11
2.1	Substances étudiées	11
2.2	Sources étudiées	13
2.3	Caractéristiques des sources	14
2.4	Concentrations à l'émission	15
3	CARACTERISATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	20
3.1	Présentation de l'installation et de son environnement proche	20
3.2	Détermination de la taille du domaine d'étude	21
3.3	Caractérisation des populations et des usages de l'environnement	21
3.3.1	Population résidente	21
3.3.2	Populations fréquentant le domaine d'étude	21
3.3.3	Usages de l'environnement	24
3.4	Présence d'activités industrielles	26
4	BILAN DE L'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX	27
4.1	Choix des substances mesurées et milieux investigués	28
4.2	Campagne de mesures in situ et interprétation	28
4.2.1	Choix des méthodes de mesures	28
4.2.2	Stratégie spatiale de mesures	29
4.2.3	Stratégie temporelle de mesures	32
4.2.4	Résultats dans l'air ambiant	33
4.2.5	Résultats dans les sols	43
4.3	Conclusion de l'IEM	45
5	EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES	46
5.1	Fondement méthodologique	46
5.1.1	Définition de l'ERS et références méthodologiques	46
5.1.2	Champ d'intervention	46
5.1.3	Structure de la démarche	47
5.1.4	Principes conducteurs de la réalisation de l'étude	47
5.2	Identification des dangers et des relations dose-réponse	48
5.2.1	Méthode	48
5.2.2	Etude des dangers	48
5.2.3	Inventaire des valeurs toxicologiques de référence	50
5.3	Choix des traceurs de risque	59
5.4	Évaluation des expositions	60
5.4.1	Exposition par inhalation	60
5.4.2	Exposition par ingestion	61
5.4.3	Exposition par voie cutanée	62

Réf : 202.0524 – v2.4

5.4.4	Schéma conceptuel d'exposition	62
5.4.5	Calcul des doses d'exposition par inhalation	63
5.4.6	Calcul des doses d'exposition par ingestion	70
5.5	Caractérisation des risques sanitaires	76
5.5.1	Méthode	76
5.5.2	Quotients de danger pour les substances à effets à seuil de dose	76
5.5.3	Excès de risque individuel pour les substances à effets sans seuil de dose	76
5.5.4	Exposition par voie respiratoire	77
5.5.5	Résultats pour la voie digestive	81
5.5.6	Risques cumulés	82
6	Incertitudes	86
6.1	Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques	86
6.1.1	Sélection des substances retenues dans l'étude	86
6.2	Incertitudes ayant pour effet de surestimer les risques	86
6.2.1	Spéciation des HAP	86
6.3	Incertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable)	86
6.3.1	Mélanges de substances	86
6.3.2	Spéciation des COV	87
6.3.3	Spéciation des métaux	87
6.3.4	Spéciation du chrome	87
6.3.5	Taux d'exposition journalier	87
6.3.6	Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques	88
6.3.7	Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci)	88
6.3.8	Incertitude associée au choix des VTR	88
6.3.9	Variables humaines d'exposition	88
6.3.10	Modélisation de la dispersion atmosphérique	89
6.3.11	Modélisation des transferts dans la chaîne alimentaire	91
6.3.12	Incertitude intrinsèque aux VTR	91
7	Conclusion	93
7.1	Conclusion sur l'IEM	93
7.1.1	Conclusion pour le milieu Sol	93
7.1.2	Conclusion pour le milieu Air	93
7.2	Conclusion sur l'ERS	93
7.2.1	Exposition respiratoire	93
7.2.2	Exposition orale	93
Annexe 1.	Les sites sensibles	96
Annexe 2.	Dynamique du mercure après combustion (HHRAP)	98
Annexe 3.	Fiches toxicologiques des substances	99
Annexe 4.	Résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique	100
Annexe 5.	Hypothèses retenues pour la modélisation de la dispersion atmosphérique	117
Annexe 6.	MODUL'ERS	126
Annexe 7.	Rapport d'IEM	127

● Figures

Figure 1. Localisation du site	9
Figure 2. Localisation des cheminées des chaudières biomasse	14
Figure 3 - Environnement proche de l'installation	20
Figure 4 – Localisation des populations vulnérables	23
Figure 5 – Zone de culture (source : RPG 2023)	25
Figure 6. Etapes et critères de l'IEM (Source : INERIS, 2021)	27
Figure 7. Localisation des stations de mesures d'air en fonction des concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ modélisées	31
Figure 8. Localisation des stations de prélèvement de sols en fonction des flux de dépôts moyens en PM10 modélisés	32
Figure 9 - Schéma conceptuel d'exposition considéré dans le cadre de cette étude ...	62
Figure 10 – Variabilité spatiale de l'exposition moyenne annuelle (cas des PM2.5)	66
Figure 11 – Variabilité spatiale de l'exposition maximale horaire (cas du HCl)	67
Figure 12 – Variabilité spatiale de l'exposition maximale journalière (cas des PM2.5)	68
Figure 13. Modèle d'exposition selon l'outil MODULERS	72
Figure 14. Variabilité spatiale des dépôts atmosphériques en PM2.5 et localisation du site exploité pour la culture d'aliments le plus impacté	73
Figure 15 - Comportement du mercure dans l'air et dans la chaîne alimentaire après un procédé de combustion (HHRAP)	98

• Tableaux

Tableau 1. Polluants considérés pour l'étude	11
Tableau 2. Caractéristiques physiques des substances particulières modélisées	12
Tableau 3. Caractéristiques à l'émission des chaudières	14
Tableau 4. Concentrations à l'émission des chaudières (mg/Nm ³)	15
Tableau 5. Spéciation du groupe COVNM	16
Tableau 6. Spéciation du groupe COVNM retenue	17
Tableau 7. Spéciation du groupe As + Se + Te	18
Tableau 8. Spéciation du groupe Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	18
Tableau 9. Bilan des flux de polluants émis par les 2 chaudières biomasse considérés	19
Tableau 10 – Population recensée dans le domaine d'étude (source : INSEE, 2017) ...	21
Tableau 11 - Typologie des sols dans le domaine d'étude (source : Corine Land Cover 2018)	24
Tableau 12 – Liste des ICPE recensées sur le domaine d'étude	26
Tableau 13. Liste des sites BASOL sur le domaine d'étude	26
Tableau 14. Substances sélectionnées comme traceurs des émissions du projet	28
Tableau 15. Milieux investigués et méthodes de mesures des traceurs d'émissions du projet	29
Tableau 16. Concentrations en PM ₁₀ mesurées par les préleveurs séquentiels (en µg/m ³)	33
Tableau 17. Résultats des teneurs métalliques cumulées dans les PM ₁₀ échantillonnées par préleveurs séquentiels (en ng/m ³)	35
Tableau 18. Quotient de danger (QD) calculé pour une exposition chronique à seuil (plusieurs années) pour le cuivre sur la station 2	36
Tableau 19. Résultats des teneurs en HAP dans les PM ₁₀ échantillonnées par préleveurs séquentiels (en ng/m ³)	37
Tableau 20. Quotient de danger (QD) calculé pour une exposition chronique à seuil (plusieurs années) pour le naphtalène sur la station 2	38
Tableau 21. Pondération des concentrations massiques en HAP mesurées sur la station 2 avec les FET définis par l'INERIS pour chaque congénère (en ng/m ³)	39
Tableau 22. Excès de risque individuel (ERI) calculé pour une exposition chronique sans seuil (plusieurs années) pour la somme des HAP sur la station 2	40
Tableau 23. Résultats des teneurs en COV mesurées par tubes passifs (en µg/m ³)	41
Tableau 24. Quotient de danger (QD) calculé pour une exposition chronique à seuil (plusieurs années) pour les COV sur la station 2	42
Tableau 25. Excès de risque individuel (ERI) calculé pour une exposition chronique sans seuil (plusieurs années) pour Diisopropyl ether sur la station 2	42
Tableau 26. Résultats des teneurs en polluants gazeux mesurées par tubes passifs (en µg/m ³)	43
Tableau 27. Concentrations métalliques mesurées dans les prélèvements de sol réalisés sur la zone d'étude le 06 novembre 2024 (en mg/kg de matière sèche)	43
Tableau 28. Quotients de danger (QD) calculés pour une exposition chronique à seuil pour certains métaux mesurés sur les stations 1 ou 2 pour la classe d'âge 1 à 3 ans	44
Tableau 29. Concentrations en HAP mesurées dans les prélèvements de sol réalisés sur la zone d'étude (en mg/Kg de MS)	45
Tableau 30 - Substances inventoriées, voie et durée d'exposition et systèmes cibles associés	49

Tableau 31. Inventaire des VTR associées aux polluants de la pollution atmosphérique	52
Tableau 32. VTR aiguë pour la voie respiratoire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	54
Tableau 33. VTR proposées pour la voie respiratoire, une exposition chronique et les effets non cancérogènes (unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	56
Tableau 34. VTR proposées pour la voie respiratoire, une exposition chronique et les effets cancérogènes (unité : $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ sauf pour le cadmium : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	57
Tableau 35 - VTR proposées pour la voie digestive, une exposition chronique et les effets non cancérogènes (unité : $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	58
Tableau 36 - VTR proposées pour la voie digestive, une exposition chronique et les effets cancérogènes (unité : $(\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j})^{-1}$)	58
Tableau 37. Identification des traceurs de risques pour la voie orale	60
Tableau 38. Paramètres retenus pour les deux scénarios d'exposition	65
Tableau 39. Concentrations atmosphériques maximales (Ci, $\mu\text{g}/\text{m}^3$) obtenues sur le domaine d'étude pour les substances retenues dans l'ERS	69
Tableau 40. Dépôts atmosphériques obtenus au niveau du site ingestion	74
Tableau 41. DJE cumulées maximales obtenues après 30 ans de fonctionnement ($\text{mg}/\text{kgPC}/\text{j}$)	75
Tableau 42. Quotients de danger et comparaison aux VTR pour une exposition aiguë	78
Tableau 43. Comparaison aux VG pour une exposition aiguë	78
Tableau 44. Quotients de danger obtenus pour une exposition chronique	79
Tableau 45. Comparaison aux VG pour une exposition chronique	80
Tableau 46. Détermination des ERI	81
Tableau 47. Quotients de danger (QD) obtenus pour la voie digestive	81
Tableau 48. Excès de risque individuels (ERI) obtenus pour la voie orale	82
Tableau 49. Sommes de QD aigus selon le système cible	83
Tableau 50. Sommes de QD chroniques selon le système cible pour les 2 voies d'exposition confondues	83
Tableau 51. Estimation des risques cumulés sans seuil	84
Tableau 52 – Complexité du site et de son environnement	89
Tableau 53 - Qualité des données d'entrée du modèle	90

1 INTRODUCTION

Le groupe **CORIANCE** a été mandaté pour la construction d'une chaufferie Biomasse/Gaz à Saint Genis-Laval (69). Ce projet implique la construction d'une installation de production d'électricité à partir de sources renouvelables, combinées à des solutions de gaz, pour répondre aux besoins énergétiques de la région. Conformément à la réglementation, ce site est soumis à un processus d'enregistrement auprès de l'autorité environnementale.

Afin d'alimenter le volet relatif à la qualité de l'air de la demande d'enregistrement, une étude de dispersion des rejets polluants de la chaufferie en projet a été réalisée. Elle a permis d'évaluer l'impact de l'installation sur son environnement, et notamment de qualifier les concentrations dans l'air ambiant induites par cette dernière au regard de la réglementation en vigueur en France selon l'article R221 du Code de l'Environnement, et des préconisations de l'OMS. Cette étude a été réalisée par Numtech et est référencée « 202.0524 - CORIANCE - Chaufferie St.Genis.Laval - Rapport QA - V1.0 ».

La figure suivante présente la localisation du projet.

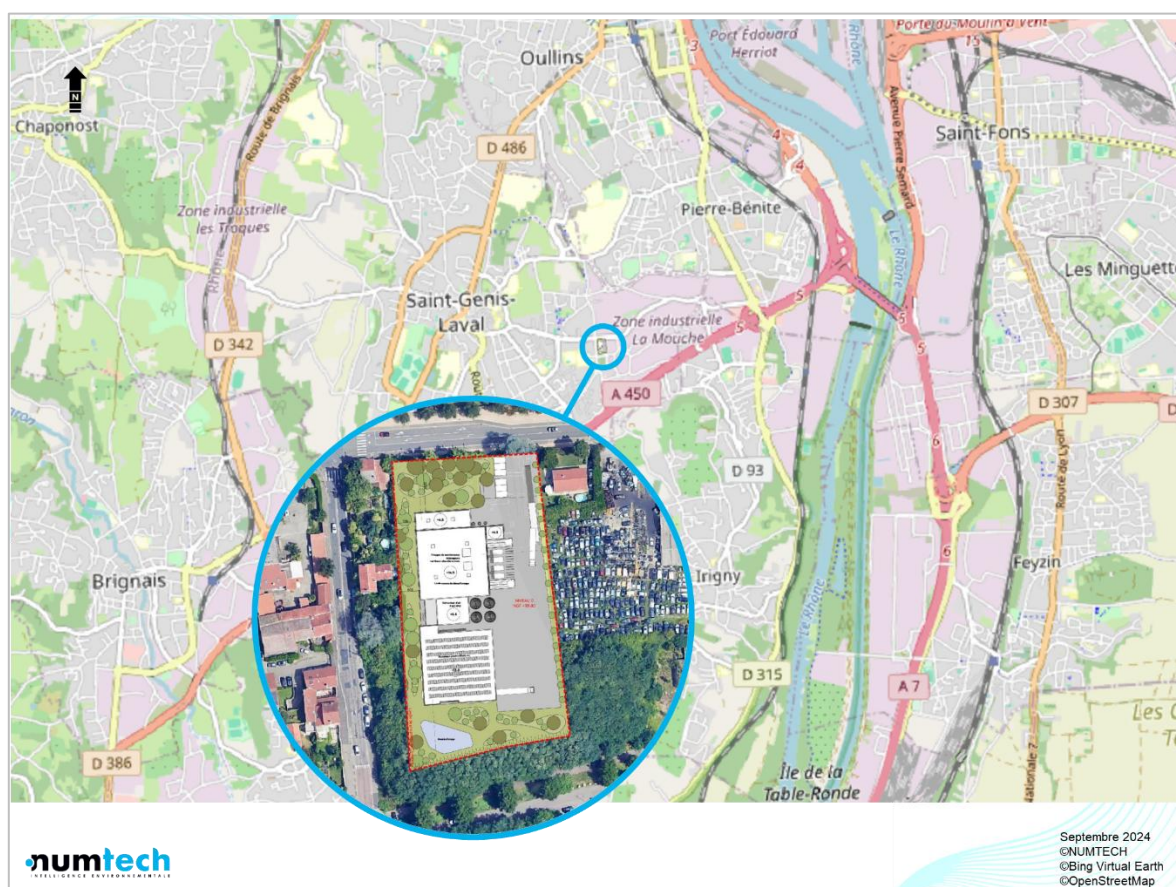


Figure 1. Localisation du site

A la suite de cette étude, il est demandé la réalisation d'une Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires, objet de ce rapport.

Conformément à la méthodologie décrite dans le Guide de l'INERIS « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » (septembre 2021), la démarche intégrée d'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires s'est déroulée en 4 étapes :

1. **Evaluation des émissions de l'installation** : caractérisation des émissions et conformité au regard des prescriptions réglementaires et aux Meilleures Techniques Disponibles (MTD) ;
2. **Evaluation des enjeux et des voies d'exposition** : schéma conceptuel décrivant les relations entre les sources de polluants, les milieux et vecteurs de transfert et les usages et populations exposés ;
3. **Evaluation de l'état des milieux** : dégradation attribuable aux émissions de l'installation (si existante) ou d'autres sources locales et compatibilité avec les usages (méthode d'Interprétation de l'État des Milieux (IEM)) ;
4. **Evaluation prospective des risques sanitaires** : risques attribuables aux émissions et encourus par les populations autour de l'installation.



2 EVALUATION DES EMISSIONS DE L'INSTALLATION

2.1 Substances étudiées

Les polluants considérés dans le cadre de cette étude sont ceux faisant l'objet de valeurs limites à l'émission, tel que préconisées dans l'Arrêté du 03/08/18 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale totale inférieure à 50 MW. On notera que la sélection des composés organiques volatils modélisés a été réalisée en considérant les hypothèses de spéciation du groupe COVNM décrites au paragraphe 2.4.

La liste complète des polluants étudiés est présentée dans le Tableau 1.

Tableau 1. Polluants considérés pour l'étude

Famille de substance	Polluant	N° CAS	Etat
	CO	630-08-0	Gazeux
	PM ₁₀	-	Particulaire
	PM _{2,5}	-	Particulaire
	NO _x	-	Gazeux
	SO ₂	7664-39-3	Gazeux
	HCl	7647-01-0	Gazeux
	NH ₃	7994-41-7	Gazeux
	HF	7664-39-3	Gazeux
	Composé Organiques volatils Non-Méthaniques (COVNM)	-	Gazeux
	Dioxines furanes	-	Particulaire
	HAP	7664-39-3	Particulaire
Eléments traces métalliques	Cd	7440-43-9	Particulaire
	Hg	7439-97-6	Particulaire et Gazeux
	Tl	7440-28-0	Particulaire
	As	7440-38-2	Particulaire
	Se	7782-49-2	Particulaire
	Te	13494-80-9	Particulaire
	Pb	7439-92-1	Particulaire
	Sb	7440-36-0	Particulaire
	Cr	7440-47-3	Particulaire
	Co	7440-48-4	Particulaire
	Cu	7440-50-8	Particulaire
	Sn	7440-31-5	Particulaire
	Mn	7439-86-5	Particulaire
	Ni	7440-02-0	Particulaire
	V	7440-62-2	Particulaire
	Zn	7440-66-6	Particulaire
	formaldéhyde	50-00-0	Gazeux

Composés Organiques Volatils Non-Méthaniques	Benzène	71-43-2	Gazeux
	Acroléine	107-02-8	Gazeux
	Styrène	100-42-5	Gazeux
	Toluène	108-88-3	Gazeux
	Acétaldéhyde	75-07-0	Gazeux
	Naphtalène	91-20-3	Gazeux
	1,2-dibromoéthane	106-93-4	Gazeux
	Phénol	108-95-2	Gazeux
	Tétrachlorure de carbone	56-23-5	Gazeux
	Tétrachloroéthylène	127-18-4	Gazeux
	Chlorobenzène	108-90-7	Gazeux
	1,2-Dichloropropane	78-87-5	Gazeux
	Propionaldéhyde	123-38-6	Gazeux
	Ethylbenzène	100-41-4	Gazeux
	1,2-Dichloroéthane	107-06-2	Gazeux
	trichlorométhane (Chloroforme)	67-66-3	Gazeux
	Chlorure de vinyle	75-01-4	Gazeux
	Isobutyraldéhyde	78-84-2	Gazeux
	p-Tolualdéhyde	104-87-0	Gazeux

Ces polluants sont tous assimilés à des traceurs passifs¹, hypothèse classiquement retenue, à l'exception du NO₂, détaillé par la suite.

Les poussières PM₁₀ et les métaux ont été considérés comme des espèces particulières, pour lesquels les effets de dépôt sec et humide ont été pris en compte. Les caractéristiques physiques considérées pour les polluants particuliers sont présentées en Tableau 2. Les autres substances sont toutes considérées comme gazeuses.

Tableau 2. Caractéristiques physiques des substances particulières modélisées

Substance	Diamètre (µm)	Densité (kg/m³)
PM ₁₀	10	1 000
Métaux, Dioxines, PM _{2,5}	2.5	1 000

■ Cas particulier du NO₂

La famille des oxydes d'azote (NO_x) est composée du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO₂). Ce dernier étant le composé le plus nocif, et le seul à disposer d'une valeur guide, il est donc nécessaire de connaître la répartition NO_x/NO₂ dans l'environnement, à partir d'une simulation effectuée sur les NO_x. Cependant, la connaissance de cette répartition n'est pas directe, la méthodologie est décrite en Annexe 5.

¹ Leur caractéristiques n'influencent pas les calculs de dispersion

2.2 Sources étudiées

Le projet est constitué de deux chaudières fonctionnant à la biomasse, et d'une chaudière gaz de secours, qui ne fonctionnera qu'en cas d'arrêt des chaudières biomasse.

Les sources émettrices étudiées sont donc les cheminées des deux chaudières biomasse.

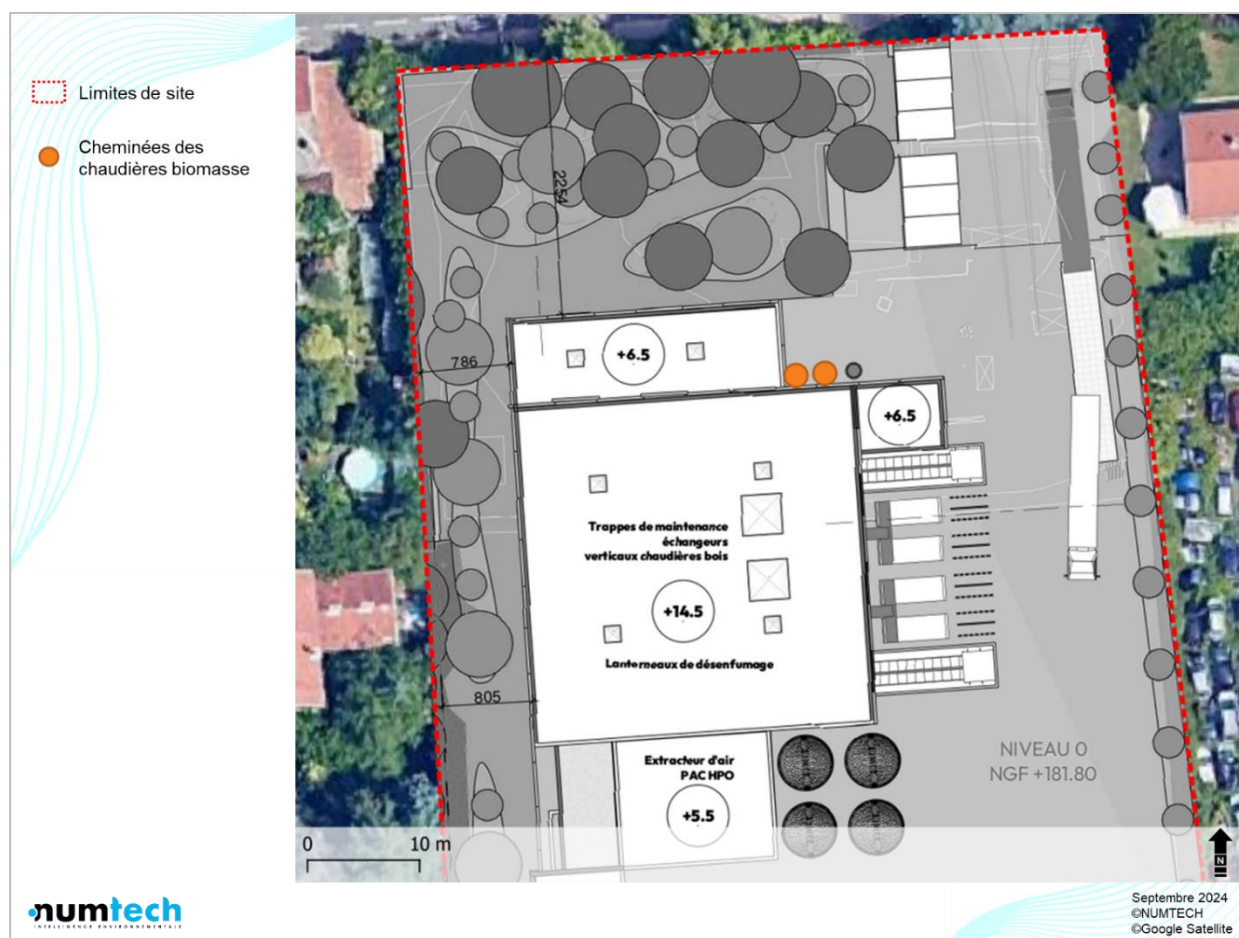
La chaudière gaz est quant à elle supposée ne fonctionner que de façon ponctuelle, avec un nombre d'heures de fonctionnement sur une année (évalué à 178 heures/an). Ce faible nombre d'heures de fonctionnement justifie qu'elle ne peut avoir qu'un impact négligeable en concentration moyenne annuelle. Ses émissions ne sont donc pas considérées pour l'exposition chronique.

Dans le cas des concentrations aiguës (horaires et journalière) induites par le fonctionnement de la chaudière gaz, son faible nombre d'heures de fonctionnement ne permet pas de considérer que son impact est négligeable. On justifie toutefois de ne pas simuler son impact pour les raisons suivantes :

- La chaudière gaz n'est soumise qu'à trois VLE en CO, en NO_x et en HAP. Dans le cas du CO et des NO_x, le flux instantané à l'émission de cette dernière est inférieur à celui induit par le fonctionnement des deux chaudières biomasse. Puisque la chaudière gaz ne fonctionne qu'en cas d'arrêt des chaudières biomasse, il est majorant de ne considérer qu'un fonctionnement à la biomasse de l'installation, et pas de fonctionnement au gaz.
- Dans le cas des HAP, le flux à l'émission calculé à partir des VLE est supérieur pour la chaudière gaz en comparaison à la somme des émissions des deux chaudières biomasse. Il n'existe cependant aucune valeur réglementaire ni seuil sanitaire (VTR) applicables aux concentrations aiguës en HAP, il n'y a donc pas d'intérêt réglementaire ou sanitaire à calculer ces dernières. Enfin on notera qu'un flux à l'émission en HAP supérieur pour une chaudière gaz à celui d'une chaudière à la biomasse ne reflète vraisemblablement pas la réalité.

Le débit et les concentrations à l'émission considérées pour le fonctionnement de la chaudière gaz sont donnés à titre indicatif aux paragraphes 2.3 et 2.4.

La localisation des sources est présentée en Figure 2.

Figure 2. Localisation des cheminées des chaudières biomasse

2.3 Caractéristiques des sources

Les caractéristiques à l'émission des sources sont présentées dans le tableau suivant. On rappelle que le débit de la chaudière gaz est donné à titre indicatif, uniquement dans le but de permettre au lecteur de recalculer les flux à l'émission. Comme justifié au paragraphe précédent, l'impact de son fonctionnement n'est pas pris en compte.

Tableau 3. Caractéristiques à l'émission des chaudières

Paramètre	Chaudière biomasse n°1	Chaudière biomasse n°2	Chaudière gaz <i>Non considérée</i>
Débit Normé sur fumées sèches à 6% O ₂	19 663 Nm ³ /h	19 663 Nm ³ /h	8200 Nm ³ /h à 3% d'O ₂
Teneur en oxygène des fumées humides	8%	8%	-
Température	34 °C	34 °C	-
Débit fumées humides à 34°C et à 8% O ₂	29 376 m ³ /h	29 376 m ³ /h	-
Vitesse à l'émission	9 m/s	9 m/s	-
Hauteur de cheminée	33 m	33 m	-
Diamètre de l'exutoire*	1.14 m	1.14 m	-

* Le diamètre de la cheminée a été recalculé en considérant le débit des fumées humides à 45° et la vitesse minimale à l'émission selon la réglementation applicable aux cheminées des chaudières

2.4 Concentrations à l'émission

Le tableau suivant regroupe les VLE réglementaires applicables à l'installation, et les concentrations à l'émission considérées pour l'étude.

Les concentrations à l'émission considérées en sortie des chaudières biomasse pour les HAP, les dioxines-furanes, les COVNM et les groupes de métaux sont issues des VLE prescrites par l'arrêté ministériel du 3 août 2018 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale totale inférieure à 50 MW.

Dans le cas des particules fines (PM₁₀ et PM_{2.5}), du SO₂, des NO_x, du HF et du CO, l'exploitant s'engage à respecter des concentrations à l'émission inférieures aux VLE, qui ont donc été considérées ici.

Dans le cas du NH₃, la VLE de 5 mg/Nm³ peut être adaptée à 20 mg/Nm³ par le préfet sur la base d'éléments technico-économiques fournis par l'exploitant. Cette adaptation est envisagée par l'exploitant, à des occurrences très limitées. Une valeur majorante de 20 mg/Nm³ a donc été retenue dans l'étude.

On rappelle que les concentrations à l'émissions relatives à la chaudière gaz sont données à titre indicatif, puisque son fonctionnement n'est pas pris en compte (voir paragraphe 2.2).

Tableau 4. Concentrations à l'émission des chaudières (mg/Nm³ à 6% d'O₂)

Polluant	VLE applicables		Concentrations considérées dans l'ERS
	Chaudières biomasse	Chaudière gaz	Chaudières biomasse
PM (assimilés PM ₁₀)	20	-	5^a
SO ₂	200	-	100^a
CO	200	100	150^a
NO _x	300	100	220^a
HAP	0.01	0.1	0.01
COVNM	50	-	50
HCl	30	-	30
HF	25	-	10^a
Dioxines Furanes (ng I-TEQ/Nm ³)	0.1	-	0.1
NH ₃	5 (adaptable à 20)	-	20
Cd	0.05	-	0.05
Hg	0.05	-	0.05
Tl	0.05	-	0.05
As+Se+Te	1	-	1
Pb	1	-	1
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+ Zn	20	-	20

^a Engagement de concentrations à l'émission inférieures aux VLE

Réf : 202.0524 – v2.4

Pour les métaux Cd, Hg et Tl, la concentration à l'émission du groupe Cd+Hg+Tl est également soumise à la VLE de 0.1 mg/Nm³. Dans l'objectif de considérer une hypothèse majorante, les VLE individuelles de ces métaux ont été considérées pour la modélisation.

Pour les HAP, dans une hypothèse majorante, la famille de substance « HAP » a été assimilée à du benzo(a)pyrène, substance présentant le plus grand intérêt sanitaire.

Les concentrations à l'émission des groupes de substances COVNM, As+Se+Te, et Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn, ont fait l'objet d'une spéciation selon les hypothèses décrites ci-après.

Pour les COVNM, les données de l'US EPA de la compilation de facteurs d'émission AP-42, au chapitre 1.6 *Wood Residue Combustion in Boilers*, table 1.6-3 ont été considérées.

Parmi les 86 substances individuelles pour lesquelles des facteurs d'émissions sont disponibles, les 20 substances majoritaires non méthaniques et n'appartenant pas à la famille des HAP, dont le benzène, le toluène, et l'éthylbenzène, ont été retenues. Les proportions de chacune de ces substances dans le groupe COVNM ont été calculées en considérant la part de leurs facteurs d'émission respectifs au sein de la somme pour les 20 substances.

Les résultats de la spéciation sont présentés en Tableau 5.

Tableau 5. Spéciation du groupe COVNM

Composé organique volatil	N°CAS	Facteur d'émission AP-42 (lb/MMBtu)	Part du groupe COVNM
formaldéhyde	50-00-0	4.40E-03	26.36%
Benzène	71-43-2	4.20E-03	25.16%
Acroléine	107-02-8	4.00E-03	23.97%
Styrène	100-42-5	1.90E-03	11.38%
Toluène	108-88-3	9.20E-04	5.51%
Acétaldéhyde	75-07-0	8.30E-04	4.97%
1,2-dibromoéthane	106-93-4	5.50E-05	0.33%
Phénol	108-95-2	5.10E-05	0.31%
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	4.50E-05	0.27%
Tétrachloroéthylène	127-18-4	3.80E-05	0.23%
Chlorobenzène	108-90-7	3.30E-05	0.20%
1,2-Dichloropropane	78-87-5	3.30E-05	0.20%
Propionaldéhyde	123-38-6	3.20E-05	0.19%
Ethylbenzène	100-41-4	3.10E-05	0.19%
1,2-Dichloroéthane	107-06-2	2.90E-05	0.17%
Trichlorométhane (chloroforme)	67-66-3	2.80E-05	0.17%
o-Xylène	95-47-6	2.50E-05	0.15%
Chlorure de vinyle	75-01-4	1.80E-05	0.11%
Isobutyraldéhyde	78-84-2	1.20E-05	0.07%
p-Tolualdéhyde	104-87-0	1.10E-05	0.07%
TOTAL (assimilé au groupe COVNM)	-	1.67E-02	100%

Réf : 202.0524 – v2.4

Les résultats sanitaires obtenus en considérant cette première hypothèse majorante présentent un dépassement de seuil sanitaire pour l'acroléine. Aucune autre base de données permettant d'affiner cette spéciation n'a été trouvée. Cependant, l'exploitant a en sa possession des rapports de mesures réalisées sur un site similaire. Dans ces rapports, les COVnm sont seulement mesurés en tant que groupe de substance, il n'est donc pas possible d'en déduire une part réaliste d'acroléine parmi les COVnm mais nous avons pu constater que les mesures de COVnm sont très largement inférieures à la VLE. Compte tenu de ces deux observations, il a été décidé de modifier les hypothèses de spéciation.

La part d'acroléine a été recalculée en considérant 24% (part d'acroléine d'après la spéciation initiale) de la valeur maximale en COVnm mesurée sur un site similaire (5,8 mg/Nm³), à laquelle nous avons appliqué un facteur de sécurité de 5 (soit 29 mg/Nm³).

Afin de conserver une masse totale correspondante à la VLE réglementaire prescrite par l'arrêté ministériel du 26/08/13, la démarche appliquée consiste à reporter les masses d'une substance à une autre.

Le tableau suivant présente les spéciations finalement retenues dans l'étude, après abaissement de la part d'acroléine.

Tableau 6. Spéciation du groupe COVNM retenue

Composé organique volatil	N°CAS	Part du groupe COVNM (AP-42)	Part du groupe COVNM (retenue)
formaldéhyde	50-00-0	26.36%	29.9%
Benzène	71-43-2	25.16%	28.5%
Acroléine	107-02-8	23.97%	13.9%
Styrène	100-42-5	11.38%	12.9%
Toluène	108-88-3	5.51%	6.2%
Acétaldéhyde	75-07-0	4.97%	5.6%
1,2-dibromoéthane	106-93-4	0.33%	0.4%
Phénol	108-95-2	0.31%	0.3%
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	0.27%	0.3%
Tétrachloroéthylène	127-18-4	0.23%	0.3%
Chlorobenzène	108-90-7	0.20%	0.2%
1,2-Dichloropropane	78-87-5	0.20%	0.2%
Propionaldéhyde	123-38-6	0.19%	0.2%
Ethylbenzène	100-41-4	0.19%	0.2%
1,2-Dichloroéthane	107-06-2	0.17%	0.2%
Trichlorométhane (chloroforme)	67-66-3	0.17%	0.2%
o-Xylène	95-47-6	0.15%	0.2%
Chlorure de vinyle	75-01-4	0.11%	0.12%
Isobutyraldéhyde	78-84-2	0.07%	0.08%
p-Tolualdéhyde	104-87-0	0.07%	0.07%
TOTAL (assimilé au groupe COVNM)	-	100%	100%

Réf : 202.0524 – v2.4

Pour les groupes de métaux, les données de l'US EPA de la compilation de facteurs d'émission AP-42, au chapitre 1.6 *Wood Residue Combustion in Boilers*, table 1.6-4 ont été considérées.

Les parts de chaque métal au sein de son groupe sont présentées dans le Tableau 7 et le Tableau 8. Concernant l'arsenic, l'exploitant s'est engagé à respecter un flux à l'émission de 3.5 g/h.

Tableau 7. Spéciation du groupe As + Se + Te

Métal	N° CAS	Facteur d'émission AP-42 (lb/MMBtu)	Part
As	7440-38-2	2.20E-05	88.71% ^a
Se	7782-49-2	2.80E-06	11.29%
Te	13494-80-9	-	0.00% ^b
As+Se+Te	-	2.48E-05	100.00%

^a La part d'arsenic évaluée à partir des facteurs d'émissions de l'US EPA n'a pas été considérée pour la modélisation puisque l'exploitant s'engage à respecter un flux spécifique pour cette substance.

^b En l'absence de facteur d'émission pour le tellure dans les données de l'US EPA, la part de cette substance au sein de son groupe a été considérée nulle. Cette hypothèse ne minore pas l'impact de l'installation puisque le tellure est la seule substance du groupe n'étant ni soumis à une valeur réglementaire, ni sujet à une valeur toxicologique de référence (VTR).

Tableau 8. Spéciation du groupe Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn

Métal	N° CAS	Facteur d'émission AP-42 (lb/MMBtu)	Part
Sb	7440-36-0	7.90E-06	0.30%
Cr	7440-47-3	2.10E-05	0.81%
Co	7440-48-4	6.50E-06	0.25%
Cu	7440-50-8	4.90E-04	18.83%
Sn	7440-31-5	2.30E-05	0.88%
Mn	7439-86-5	1.60E-03	61.48%
Ni	7440-02-0	3.30E-05	1.27%
V	7440-62-2	9.80E-07	0.04%
Zn	7440-66-6	4.20E-04	16.14%
Sb+Cr+Co+Cu+Sn+Mn+Ni+V+Zn	-	2.60E-03	100.00%

Les flux à l'émission pour toutes les substances étudiées, calculés à partir des hypothèses de concentrations et de spéciations décrites précédemment sont présentées dans le Tableau 9.

Réf : 202.0524 – v2.4

Tableau 9. Bilan des flux de polluants émis par les 2 chaudières biomasse considérés

Famille de substance	Substance	Flux	Unité
-	PM ₁₀	862	kg/an
	SO ₂	17233	kg/an
	CO	25849	kg/an
	NO _x	37912	kg/an
	HAP	2	kg/an
	HCl	5170	kg/an
	HF	1723	kg/an
	Dioxines Furanes	0.017	g/an
	NH ₃	3447	kg/an
Composés Organiques Volatils Non-Méthaniques	formaldéhyde	2576	kg/an
	Benzène	2456	kg/an
	Acroléine	1198	kg/an
	Styrène	1112	kg/an
	Toluène	534	kg/an
	Acétaldéhyde	483	kg/an
	1,2-dibromoéthane	34	kg/an
	Phénol	26	kg/an
	Tétrachlorure de carbone	26	kg/an
	Tétrachloroéthylène	26	kg/an
	Chlorobenzène	17	kg/an
	1,2-Dichloropropane	17	kg/an
	Propionaldéhyde	17	kg/an
	Ethylbenzène	17	kg/an
	1,2-Dichloroéthane	17	kg/an
	Trichlorométhane (chloroforme)	17	kg/an
	o-Xylène	17	kg/an
	Chlorure de vinyle	10	kg/an
	Isobutyraldéhyde	6.9	kg/an
	p-Tolualdéhyde	6.0	kg/an
Eléments traces métalliques	Cd	8.6	kg/an
	Hg	8.6	kg/an
	Tl	8.6	kg/an
	As	31	kg/an
	Se	17	kg/an
	Te	0	kg/an
	Sb	10	kg/an
	Cr	28	kg/an
	Co	8.6	kg/an
	Cu	649	kg/an
	Sn	30	kg/an
	Mn	2119	kg/an
	Ni	44	kg/an
	V	1.3	kg/an
	Zn	556	kg/an

3 CARACTERISATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

3.1 Présentation de l'installation et de son environnement proche

Le site est localisé sur la commune de Saint Genis Laval, au sud-ouest de Lyon, dans le département du Rhône (69).

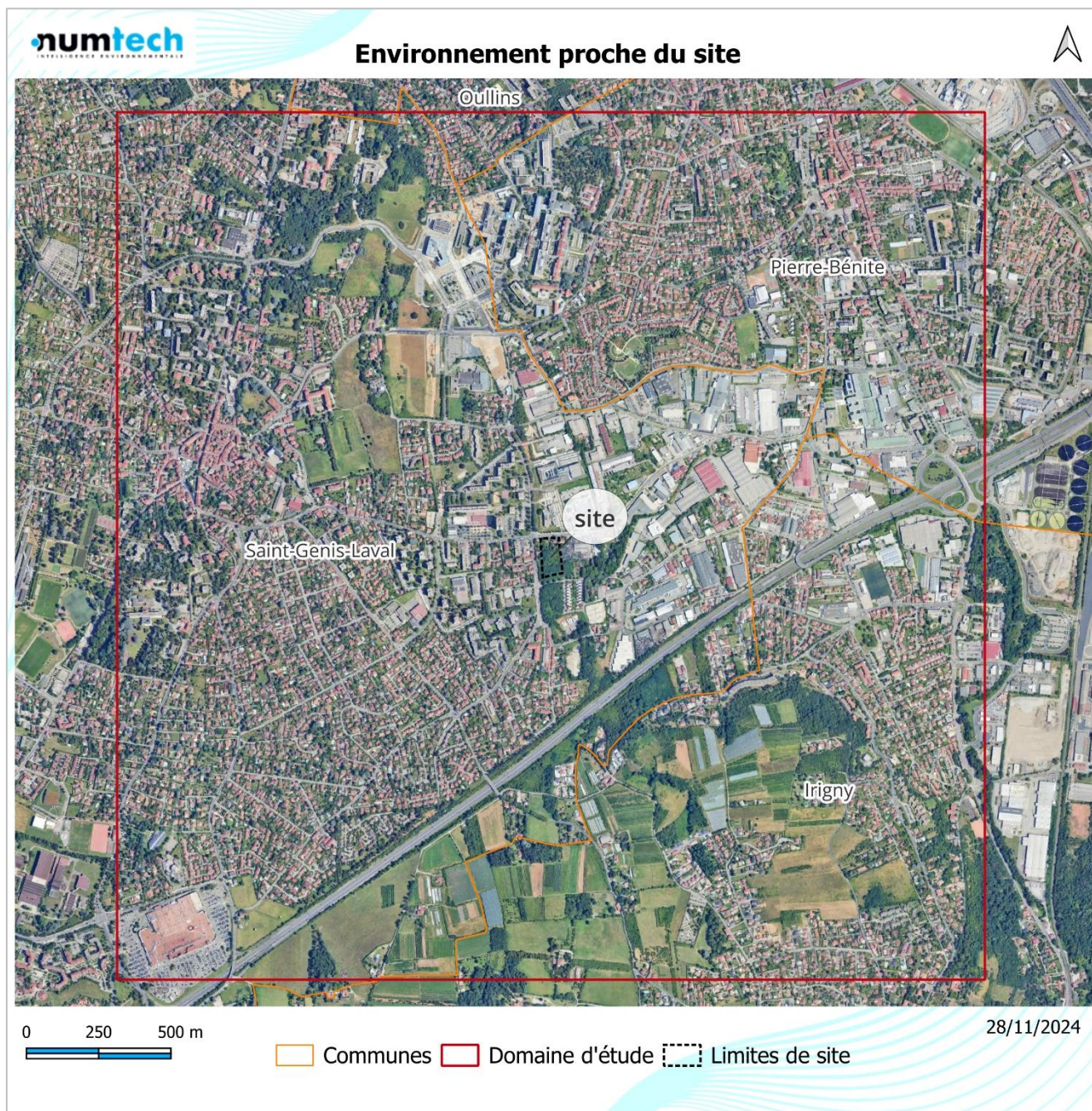


Figure 3 - Environnement proche de l'installation

3.2 Détermination de la taille du domaine d'étude

Le domaine d'étude retenu est un carré de 3 kilomètres de côté centré sur le projet. Cette étendue a été fixée par l'intermédiaire de l'étude de dispersion et a été dimensionnée sur la base de tests préliminaires.

3.3 Caractérisation des populations et des usages de l'environnement

3.3.1 POPULATION RESIDENTE

Le domaine d'étude se situe en partie sur les communes présentées en Figure 3. Afin d'estimer le nombre de personnes résidant dans la zone d'étude, des données carroyées (carreaux de 200 mètres) proposées par l'INSEE ont été utilisées. Elles sont issues de la source Revenus Fiscaux Localisés 2019. D'après ces informations, la zone d'étude comprend environ 27 600 personnes. Le profil d'âge de cette population est présenté dans le Tableau 10 suivant :

Tableau 10 – Population recensée dans le domaine d'étude (source : INSEE, 2017)

Classes d'âge	Nombre d'individus
0-3 ans	1382.4
4-5 ans	711.5
6-10 ans	1879.3
11-17 ans	2561.9
18-24 ans	2148.5
25-39 ans	4970.9
40-54 ans	5336.7
55-64 ans	3229.5
65-79 ans	3783.6
80 ans et +	1557.8
Age incertain	29.4
TOTAL	27591

3.3.2 POPULATIONS FREQUENTANT LE DOMAINE D'ETUDE

Dans la zone d'étude considérée dans le cadre de l'ERS, des sites appelés « sites sensibles » ont été localisés. Ces sites correspondent à des lieux de vie où des personnes potentiellement plus sensibles à la pollution atmosphérique que la population générale, passent un temps significatif. Ces populations sensibles sont les enfants, les personnes âgées et hospitalisées. Étant donné que les personnes exerçant une activité physique ont une ventilation pulmonaire augmentée, cette population a également été considérée.

Les « sites sensibles » recensés sont donc les suivants :

- les structures d'accueil des enfants en bas-âge : crèches, haltes garderies,
- les établissements scolaires : écoles maternelles et primaires, collèges,
- les structures d'accueil des personnes âgées et/ou handicapées : maisons de retraite, foyers pour personnes âgées,
- les établissements hospitaliers : hôpitaux, cliniques.
- les lieux dédiés à la pratique du sport.

Les paragraphes suivants précisent les données collectées relatives aux sites sensibles.



Réf : 202.0524 – v2.4

3.3.2.1 Enfants / adolescents

Les structures d'accueil des enfants de moins de 3 ans prises en compte sont les crèches et les haltes garderies. D'après les informations recueillies², il existe 13 structures d'accueil d'enfants en bas âge dans le domaine d'étude. Une structure d'accueil d'enfants en bas âge se trouve à seulement 220 m à l'ouest des limites du site d'étude. Il s'agit du Multi accueil Roule Virou.

Les structures d'accueil des enfants entre 3 et 16 ans recensés sont les établissements scolaires (écoles maternelles, écoles primaires et collèges). La liste des établissements scolaires est issue de la base de données Etalab 2023 correspondante aux Etablissements des premier et second degré sous tutelle du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Cette base de données est disponible en libre accès en « Open Data »³. D'après les données collectées, le domaine d'étude compte 17 établissements scolaires. Parmi ces établissements, l'école élémentaire et l'école primaire Guilloux se trouvent à moins de 200m à l'ouest des limites du site d'étude.

3.3.2.2 Personnes fréquentant les établissements sanitaires et sociaux

D'après les informations disponibles dans le FINESS⁴, 19 établissements sanitaires et sociaux sont présents sur le domaine d'étude.

3.3.2.3 Personnes exerçant une activité physique

Le recensement des sites utilisés pour la pratique sportive, ainsi que leur localisation, est déduit de la base de données du ministère des Sports et des jeux olympiques et paralympiques⁵. Cette base de données permet d'identifier 23 sites de pratiques sportives dans le domaine d'étude. A environ 300 m à l'ouest du site se trouve le Gymnase Guilloux.

Les sites recensés dans les paragraphes précédents localisés dans la zone d'étude sont présentés sur la Figure 4 et dans le tableau en Annexe 1.

² <https://www.journaldesfemmes.fr/maman/creches>

³ www.data.gouv.fr

⁴ Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux

⁵ Data ES - Base de données — Data ES (sports.gouv.fr)

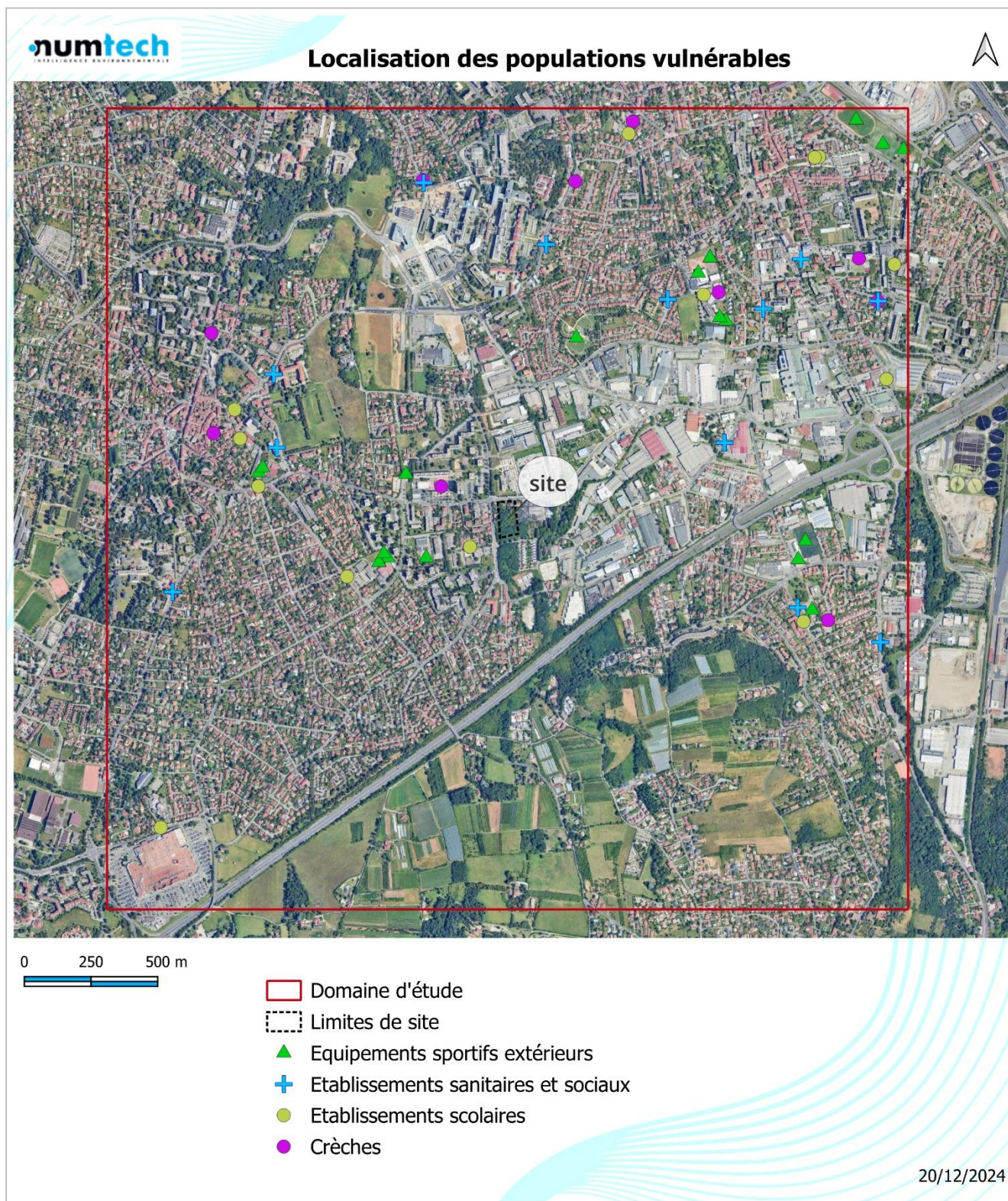


Figure 4 – Localisation des populations vulnérables

Réf : 202.0524 – v2.4

3.3.3 USAGES DE L'ENVIRONNEMENT

3.3.3.1 Usage des sols

Les données issues de l'inventaire Corine Land Cover 2018 ont été utilisées pour caractériser l'usage des sols dans le domaine d'étude retenu. Cet inventaire biophysique de l'occupation des terres, piloté par l'Agence européenne pour l'environnement (service Copernicus), fournit une information géographique de référence pour les états européens, dont la France. Les données proposées sont issues de l'interprétation visuelle d'images satellitaires. D'après les résultats présentés dans le Tableau 11, le domaine d'étude est très urbanisé puisque 81% de la zone est couverte de tissu urbain et de zones industrielles ou commerciales. 4% du domaine est recouvert d'espaces verts, et 14% consiste en des terrains propices aux cultures.

Tableau 11 - Typologie des sols dans le domaine d'étude (source : Corine Land Cover 2018)

Type	Surface (ha)	Part
Tissu urbain discontinu	499.3	55%
Zones industrielles ou commerciales et installations publiques	230.8	26%
Espaces verts urbains	37.8	4%
Vergers et petits fruits	58.5	6%
Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants	75.2	8%
TOTAL	901.5	100.0%

Les données Agreste, relatives à la statistique agricole, permettent de recenser les activités d'élevage en 2020 dans les communes présentes sur le domaine d'étude. Ces données nous informent de la présence de 21 exploitations agricoles sur ces communes.

Plusieurs jardins partagés sont situés sur les communes présentes dans le domaine d'étude. A 300 m au nord-ouest du site se trouve notamment le jardin partagé « le jardin des 4 saisons » et à 250 m au nord-est se trouve les jardins de la Mouche.

Concernant les cultures végétales, le registre parcellaire agricole de 2023 permet de se rendre compte des différents types de cultures végétales dans le domaine d'étude. Comme indiqué en Figure 5, le domaine est susceptible de comprendre des prairies, des cultures de céréales (blé) et des fruits et légumes.

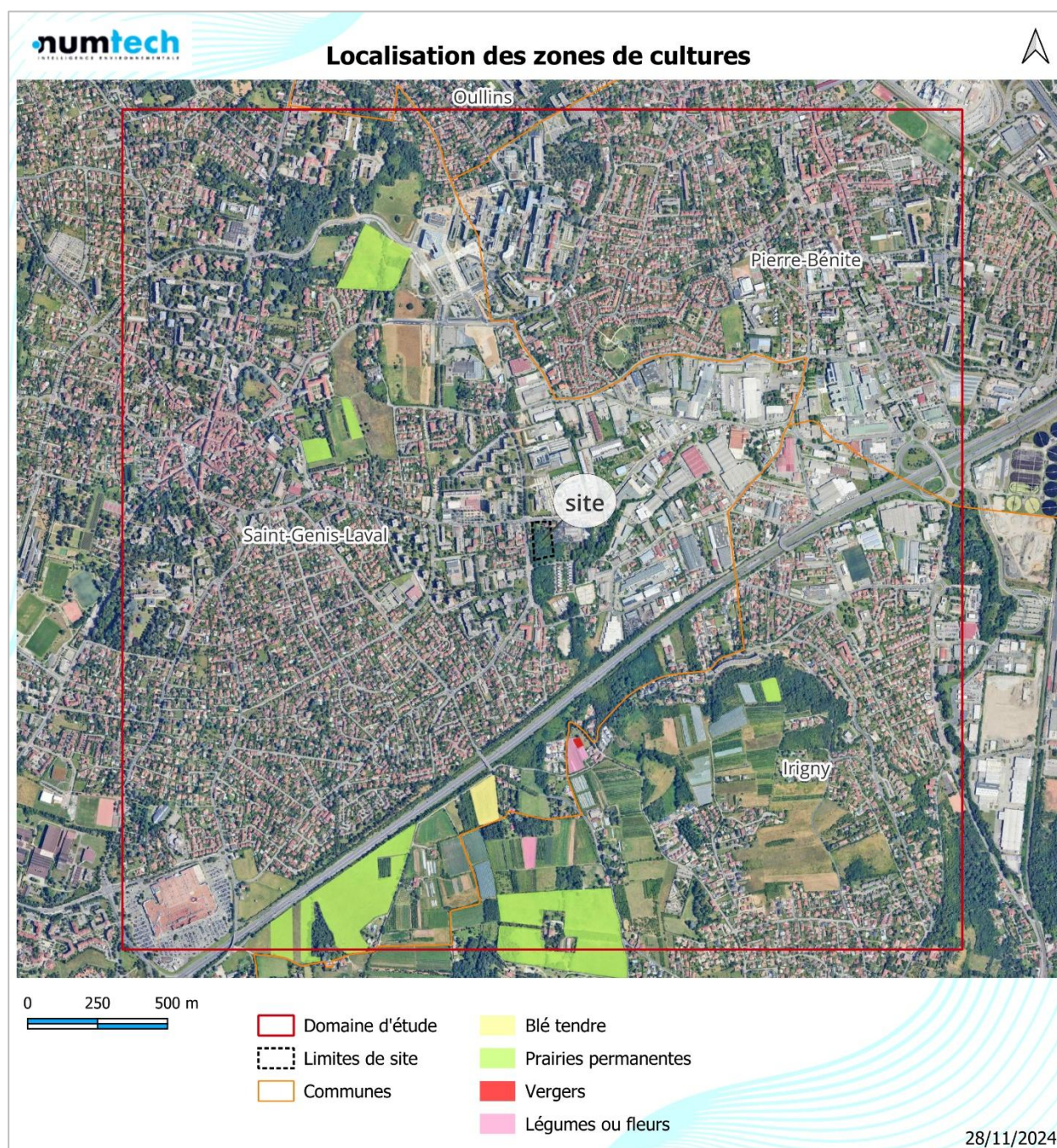


Figure 5 – Zone de culture (source : RPG 2023)

En parallèle des éléments d'information collectés dans les différentes bases de données pour l'identification des usages de l'environnement pour la production d'aliments, il ne peut être exclu la présence d'élevages privés de type avicoles, destinés à l'autoconsommation de viande ou d'œufs. C'est notamment le cas au niveau des jardins familiaux, lesquels sont connus pour faciliter l'autoconsommation de fruits et légumes.

3.4 Présence d'activités industrielles

En parallèle des activités agricoles, les activités humaines et plus particulièrement les activités industrielles sont recensées. Elles permettent de se rendre compte de l'environnement du site, et notamment de la présence d'autres sources émettrices en présence. D'après les données de la base Géorisques, le domaine d'étude comprend 29 installations classées pour la protection de l'environnement.

D'après les informations disponibles, 6 sont connues pour émettre des polluants dans l'atmosphère en quantité significative. Elles sont présentées dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Liste des ICPE recensées sur le domaine d'étude

ICPE	Commune
Application des gaz	SAINT-GENIS-LAVAL
AUCHAN SAINT GENIS	SAINT-GENIS-LAVAL
ADG	SAINT-GENIS-LAVAL
ARKEMA Pierre-Benite	PIERRE-BENITE
HCL Centre Hospitalier Lyon Sud	PIERRE-BENITE
Station d'épuration	PIERRE-BENITE

La base de données Géorisques identifie également 3 sites BASOL (sites pollués) sur le domaine d'étude. Ils sont mentionnés dans le tableau suivant.

Tableau 13. Liste des sites BASOL sur le domaine d'étude

NOM	Commune
EGIC	SAINT GENIS LAVAL
ATELIER AS	PIERRE BENITE
TRACTEL SOLUTIONS	SAINT GENIS LAVAL

Enfin, 149 sites BASIAS (Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Services) ont été identifiés sur le domaine d'étude. Ils ne sont pas listés individuellement ici.

4 BILAN DE L'INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX

Le bureau d'études EVADIES a été mandaté pour réaliser une Interprétation de l'État des Milieux (IEM) qui constitue un état initial de la qualité environnementale avant le démarrage de l'activité. Cette étude permet également d'apporter des indications sur une vulnérabilité potentielle vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation.

Pour répondre à ces objectifs, et exploiter les résultats pour la suite de l'étude, l'évaluation s'appuie sur l'outil d'Interprétation de l'Etat des Milieux, décrite dans le guide MEDD 2007 et dont le schéma suivant décrit les étapes successives.

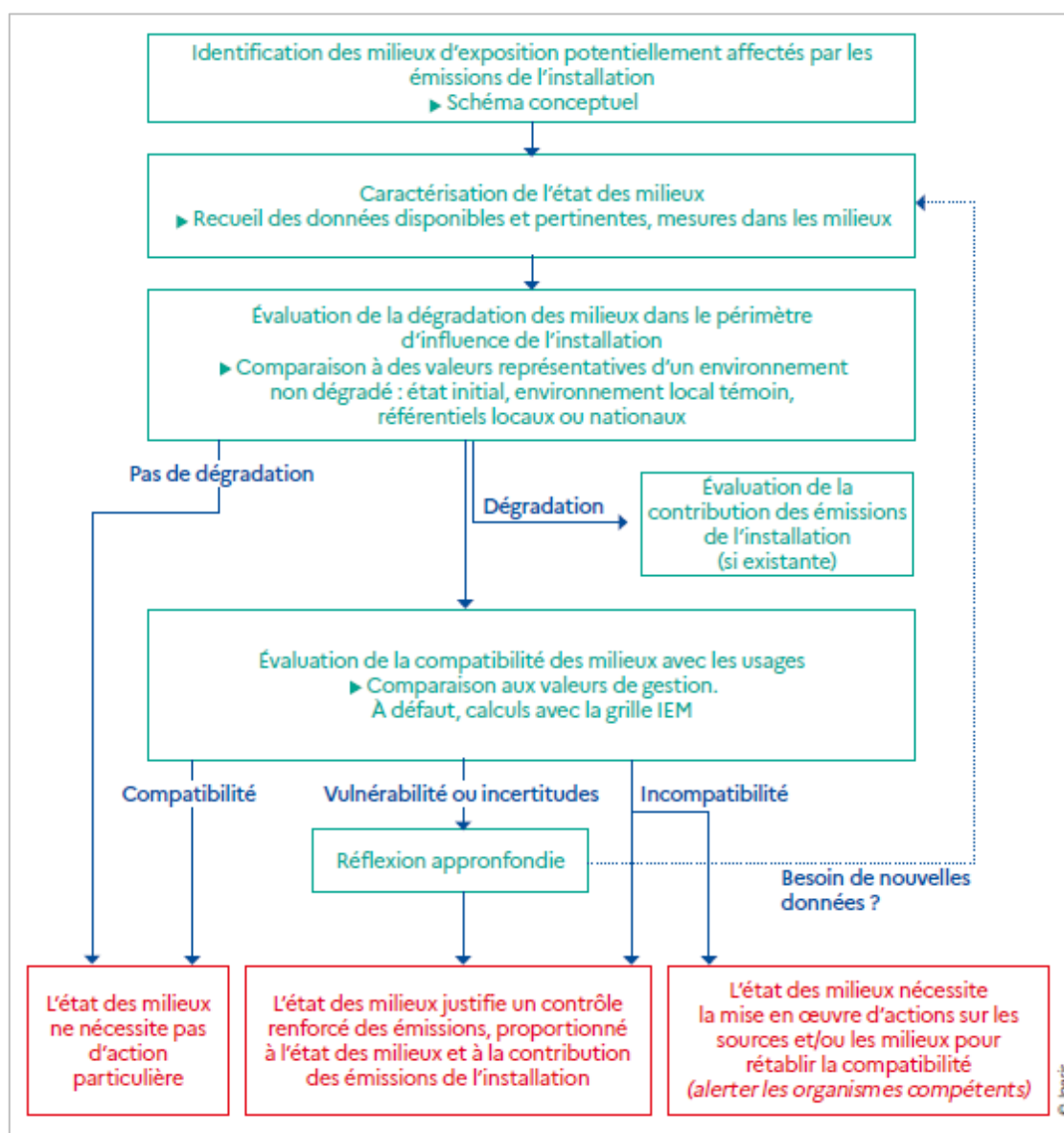


Figure 6. Etapes et critères de l'IEM (Source : INERIS, 2021)

Réf : 202.0524 – v2.4

Ce paragraphe présente une synthèse de l'interprétation de l'état des milieux réalisée par EVADIES. Le rapport d'IEM complet, incluant la méthodologie de manière détaillée, est présenté en Annexe 7.

4.1 Choix des substances mesurées et milieux investigués

Les substances d'intérêt peuvent être :

- Soit des traceurs d'émission, substances susceptibles de révéler une contribution des émissions du projet aux concentrations mesurées dans l'environnement, et éventuellement une dégradation des milieux attribuable à ces émissions ;
- Soit des traceurs de risque, substances émises par le site et susceptible de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Ces traceurs sont considérés dans les évaluations quantitatives des risques sanitaires. Le critère principal de sélection concernant ces traceurs de risque est la toxicité de la substance, en particulier sa valeur toxicologique de référence (VTR) et les quantités émises.

Ainsi, le tableau 2 ci-après synthétise l'ensemble des polluants mesurés et les différentes matrices investiguées, choisies en concertation avec CORIANCE.

Tableau 14. Substances sélectionnées comme traceurs des émissions du projet

Traceurs des émissions du projet	Matrice analysée
Poussières fines en suspension inférieures à 10 µm (PM10)	Air ambiant
16 métaux : arsenic (As), cadmium (Cd), cobalt (Co), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), manganèse (Mn), nickel (Ni), plomb (Pb), antimoine (Sb), sélénium (Se), étain (Sn), tellure (Te), thallium (Tl), vanadium (V) et zinc (Zn)	Air ambiant & Dépôts atmosphériques
16 HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques)	Air ambiant & Dépôts atmosphériques
Composés Organiques Volatils (COV) *	Air ambiant
Dioxyde d'azote (NO2)	Air ambiant
Dioxyde de soufre (SO2)	Air ambiant
Acide fluorhydrique (HF)	Air ambiant
Acide chlorhydrique (HCl)	Air ambiant
Ammoniac (NH3)	Air ambiant

* 20 composés majoritaires dont les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)

4.2 Campagne de mesures in situ et interprétation

4.2.1 CHOIX DES METHODES DE MESURES

En considérant les substances retenues comme traceurs des émissions du projet et les milieux d'exposition, les matrices investiguées et méthodes de mesures retenues sont synthétisées dans le tableau 8 ci-après et présentées de manière détaillée dans les paragraphes suivants.



Tableau 15. Milieux investigués et méthodes de mesures des traceurs d'émissions du projet

Traceurs des émissions	Matrice analysée
PM10	Air ambiant (préleveurs séquentiels)
Métaux	Air ambiant (préleveurs séquentiels) & Dépôts atmosphériques (prélèvements de sols)
HAP	Air ambiant (préleveurs séquentiels) & Dépôts atmosphériques (prélèvements de sols)
COV ^(a)	Air ambiant (tubes passifs)
NO2	Air ambiant (tubes passifs)
SO2	Air ambiant (tubes passifs)
HF	Air ambiant (tubes passifs)
HC	Air ambiant (tubes passifs)
NH3	Air ambiant (tubes passifs)

(a) 20 composés majoritaires dont les BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)

Les méthodes de prélèvement et d'analyse ainsi que les critères d'interprétation des résultats sont présentés en Annexe 7.

4.2.2 STRATEGIE SPATIALE DE MESURES

L'étude de dispersion réalisée en amont permet de localiser les zones potentiellement impactées et non impactées par les émissions futures du projet (macro-implantation). Ces données permettent habituellement de vérifier que des zones géographiques peuvent être représentatives des émissions du site et de définir des références locales permettant de mesurer le bruit de fond.

Les stations de mesures sont ensuite sélectionnées afin de répondre aux bonnes caractéristiques techniques d'une station d'échantillonnage (micro-implantation).

L'étude de dispersion ayant mis en évidence deux panaches de dispersion, une station de mesure fut définie dans chacun d'eux :

- La station 1 est située dans l'enceinte de l'école maternelle Guilloux ;
- La station 2 est située dans l'enceinte de la société Tiama à proximité de zones d'habitations. Précisons que sur cette station, le prélèvement de sol n'a pas pu être réalisé car il s'agissait de remblais. Le prélèvement a donc été fait dans le parc situé à

Réf : 202.0524 – v2.4

une centaine de mètres à l'ouest du point de mesure, à proximité immédiate des habitations.

Ces stations seront représentées en orange sur les figures ci-après.

L'environnement local témoin correspond à une zone hors du domaine d'influence de l'installation étudiée. Il permet de documenter à chaque campagne une gamme de valeurs propres à l'environnement local et de pondérer l'impact maximum du projet vis-à-vis de différentes valeurs repères propres à la période de prélèvement mais mesurées en dehors de la zone d'influence des émissions atmosphériques futures du projet. La station 3, située à l'ouest du projet dans l'enceinte du collège Jean Giono et représentée en vert sur les figures ci-après, a été choisie pour être représentative de la zone témoin.

Les stations sont localisées sur les Figure 7 et Figure 8 présentant respectivement les dispersions des concentrations moyennes annuelles dans l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et les dépôts moyens annuels ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$) en PM_{10} .



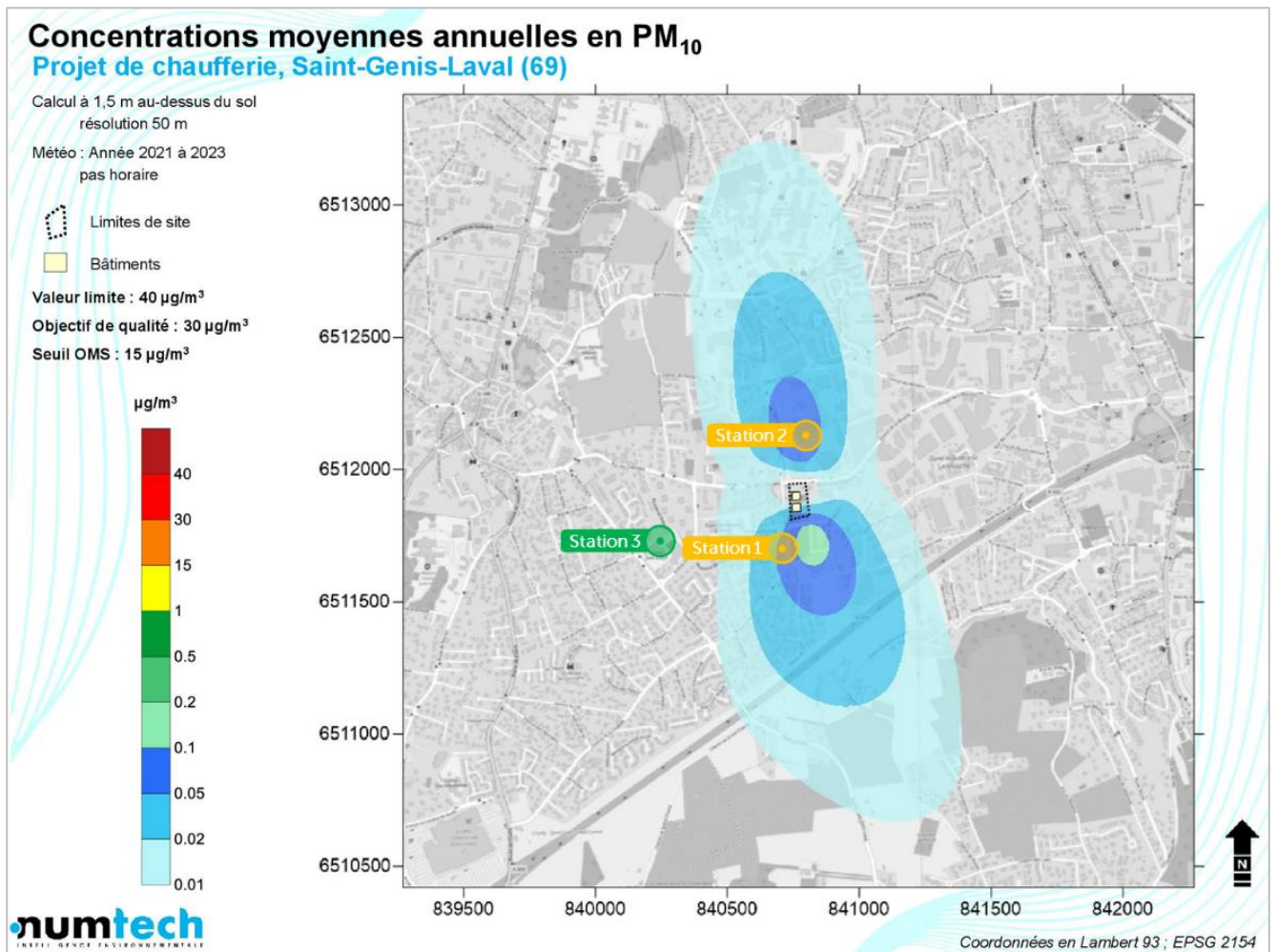


Figure 7. Localisation des stations de mesures d'air en fonction des concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ modélisées

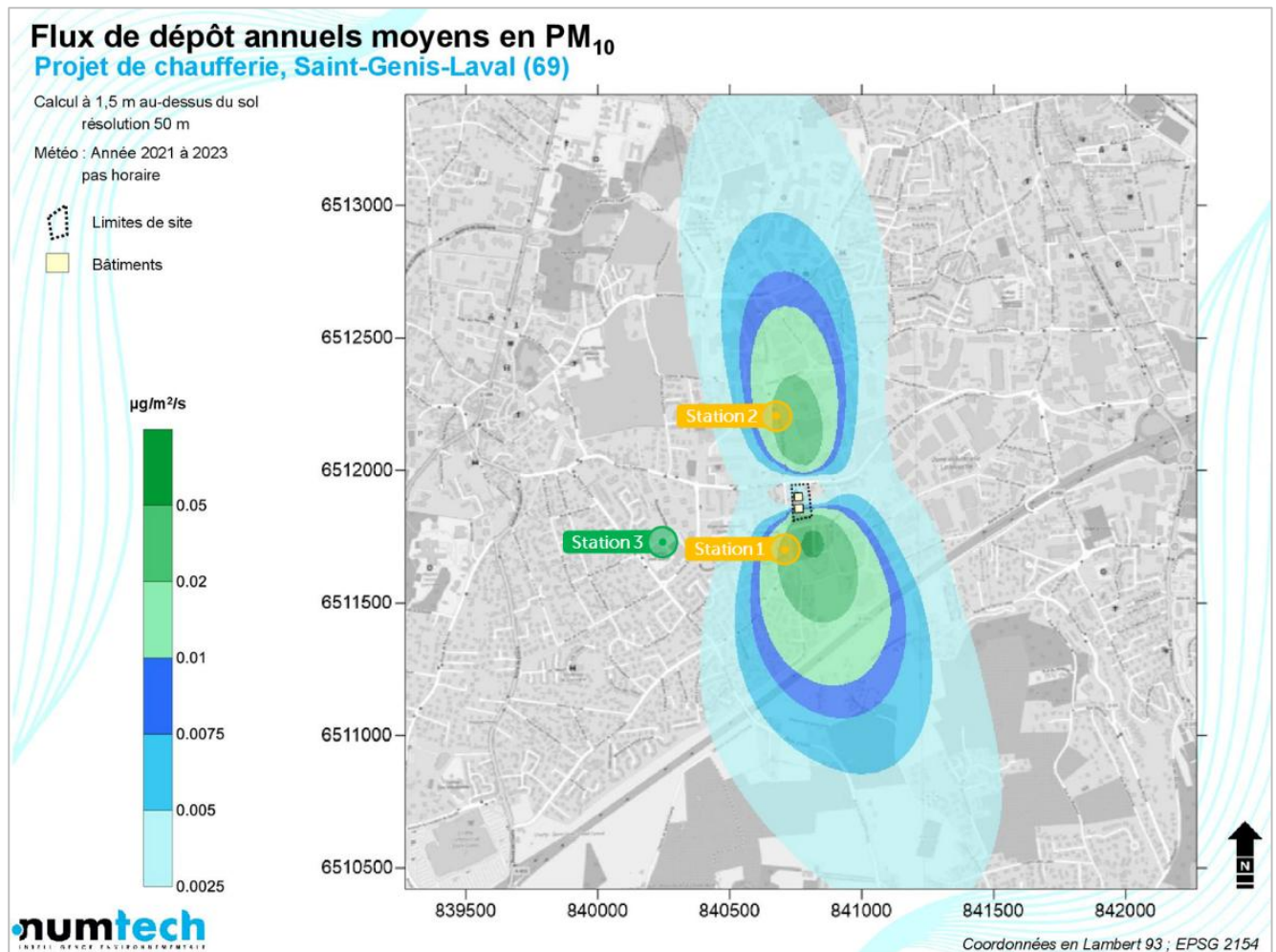


Figure 8. Localisation des stations de prélèvement de sols en fonction des flux de dépôts moyens en PM10 modélisés

4.2.3 STRATEGIE TEMPORELLE DE MESURES

Les mesures par préleveurs séquentiels ont été réalisées de manière journalière du 24 au 31 octobre 2024. En raison d'un dysfonctionnement du préleveur HAP sur la station 1, les mesures ont été reconduites pour les HAP sur cette station uniquement du 31 octobre au 06 novembre 2024.

Les tubes passifs ont été exposés du 24 octobre au 06 novembre 2024.

Les prélèvements de sols ont été réalisés à la fin de la campagne de mesure, le 06 novembre 2024.

Les données météorologiques spécifiques aux différentes périodes de mesures sont présentées en Annexe 7.

4.2.4 RESULTATS DANS L’AIR AMBIANT

4.2.4.1 Concentrations en PM_{10} dans l’air ambiant

Le tableau 14 ci-après présente les concentrations moyennes en poussières PM_{10} mesurées du 24 au 31 octobre 2024 avec les préleveurs séquentiels. Elles sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et peuvent être comparées à titre indicatif à certaines valeurs réglementaires de qualité de l’air exprimées en moyenne journalière, et présentées dans le Tableau 16.

Notons dans un premier temps que la concentration mesurée sur le blanc de terrain est inférieure à la limite de quantification de 0,09 mg/filtre, autorisant ainsi l’interprétation des résultats.

Tableau 16. Concentrations en PM_{10} mesurées par les préleveurs séquentiels (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

(μg/m3)	[PM ₁₀]		
	Minimum	Moyenne	Maximum
Station 1	7	14	23
Station 2	12	14	15
Station 3	9	14	22
Concentrations mesurées sur les stations ATMO AuRA du 24 au 31 octobre 2024			
A7 Sud Lyonnais	14	24	33
Saint-Fons	11	18	25
Objectif de qualité (moyenne annuelle)	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Ligne directrice OMS (moyenne journalière)	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Valeur limite (moyenne annuelle)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

Les concentrations mesurées par les préleveurs séquentiels en zone d’impact ne diffèrent pas significativement, tant pour les concentrations journalières que pour les moyennes sur la durée des mesures, de celles observées sur la station 3, témoin de l’étude. Ces résultats sont inférieurs à l’objectif de qualité, fixé à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, et à la ligne directrice de l’OMS de 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière.

Ces résultats traduisent une bonne qualité de l’air autour du projet pour les PM_{10} .

4.2.4.2 Concentrations en métaux associés aux PM_{10} dans l’air ambiant

Les concentrations en métaux associés aux poussières en suspension PM_{10} mesurées sur chacune des stations de mesures sont présentées dans le Tableau 17 ci-après. Les résultats sont exprimés en

ng/m³ et peuvent être comparés à titre indicatif aux valeurs réglementaires de qualité de l'air exprimées en moyenne journalière.

Notons dans un premier temps que l'analyse du blanc de terrain a révélé des quantités d'éléments traces métalliques inférieures aux limites de quantification pour l'ensemble des métaux à l'exception du nickel, plomb, tellure et zinc. Toutefois, les quantités pour ces derniers restent négligeables et traduisent la bonne qualité du blanc de terrain et *de facto* la fiabilité de la mesure.

Tableau 17. Résultats des teneurs métalliques cumulées dans les PM₁₀ échantillonnées par préleveurs séquentiels (en ng/m³)

(ng/m ³)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Se	Sn	Te	Tl	V	Zn
Station 1	0,51	0,13	0,12	<4,5	12,5	<0,09	6,5	1,7	4,7	0,61	<0,45	2,5	0,33	<1,8	<0,45	26
Station 2	0,57	<0,09	0,14	<4,5	19,5	<0,09	6,2	1,8	2,6	0,79	<0,45	<1,8	0,22	<1,8	0,66	26
Station 3	0,47	0,13	0,11	<4,5	9,5	<0,09	5,3	1,5	4,4	0,73	<0,45	2,3	0,27	<1,8	<0,45	22
Valeur cible (moyenne annuelle)	6	5	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
Objectif de qualité (moyenne annuelle)	-	-	-	-	-	-	-	-	250	-	-	-	-	-	-	-
Valeur limite (moyenne annuelle)	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-	-	-	-	-	-	-

Réf : 202.0524 – v2.4

Il apparaît ensuite que le Cr, le Hg, le Se et le Tl ne sont quantifiés sur aucun des échantillons. Le V n'est quantifié que sur la station 2 à un niveau ne se distinguant pas de manière significative de la limite de quantification compte tenu de l'incertitude analytique.

Concernant les éléments quantifiés, les concentrations semblent homogènes sur les stations de mesure situées en zone d'impact et sur la station 3, représentative de l'environnement local témoin, si l'on prend en compte les incertitudes analytiques. Seul le cas du cuivre (Cu) sur la station 2 constitue une exception.

Les valeurs réglementaires exprimées en moyenne annuelle sont respectées pour l'ensemble des éléments concernés. En l'absence de valeurs d'interprétation pour le Cu, il convient de réaliser une quantification partielle des risques selon la méthodologie détaillée en Annexe 7 pour évaluer la compatibilité du milieu.

Le tableau 16 présente ainsi le niveau de risque théorique par rapport à l'inhalation de la concentration la plus élevée en Cu mesurée sur la station 2. Pour cet élément, il existe une VTR pour les effets chroniques à seuil. La VTR pour l'effet aigu n'est pas retenue car la durée sur laquelle elle est établie n'est pas représentative du pas de temps des mesures réalisées dans le cadre de cette étude. La simulation est réalisée dans le cadre d'une démarche conservative où l'exposition est considérée comme permanente.

Tableau 18. Quotient de danger (QD) calculé pour une exposition chronique à seuil (plusieurs années) pour le cuivre sur la station 2

Effet chronique à seuil	
Concentration de la substance dans l'air (Ci) en µg/m³	0,0195
Nombre d'heures d'exposition journalière à la substance dans l'air (Ti)	24
Nombre de jour d'exposition annuelle (Ef)	365
Concentration moyenne inhalée (CI) en µg/m³ : $CI = \frac{\sum (Ci \times Ti) \times Ef}{24 \times 365}$	0,0195
VTR en µg/m³	1 (RIVM 2001)
Risque à seuil : $QD = \frac{CI}{VTR}$	0,0195
Interprétation du niveau de risque	< 0,2

Le calcul partiel de risques montre que la concentration mesurée n'est pas à l'origine d'une incompatibilité du milieu avec la présence de la population.

Toutes les analyses de métaux mesurées sur la fraction PM₁₀ ne révèlent donc pas d'anomalie dans l'environnement local du projet.

Réf : 202.0524 – v2.4

4.2.4.3 Concentrations en HAP dans l'air ambiant

Les concentrations en HAP associées aux poussières en suspension PM₁₀ mesurées sur chacune des stations de mesures sont présentés dans le Tableau 19 ci-après. Les résultats sont exprimés en ng/m³.

Notons tout d'abord que les teneurs en HAP mesurées sur le blanc de terrain sont inférieures à la limite de quantification, à l'exception du naphtalène. Toutefois, la quantité pour ce dernier reste négligeable et traduit la bonne qualité du blanc de terrain et de facto la fiabilité de la mesure.

Tableau 19. Résultats des teneurs en HAP dans les PM₁₀ échantillonnées par préleveurs séquentiels (en ng/m³)

(ng/m ³)	Station 1	Station 2	Station 3	Valeur cible (moyenne annuelle)
Naphtalène	0,02	0,14	0,03	-
Acénaphène	<0,02	<0,01	<0,01	-
Fluorène	<0,02	0,03	<0,01	-
Phénanthrène	<0,02	0,07	<0,01	-
Anthracène	<0,02	0,01	<0,01	-
Fluoranthène	<0,02	0,22	<0,01	-
Pyrène	<0,02	0,25	0,03	-
Benzo(a)Anthracène	<0,02	0,08	<0,01	-
Chrysène	<0,02	0,28	0,03	-
Benzo(b+j)Fluoranthène	<0,02	0,36	0,05	-
Benzo(k)Fluoranthène	<0,02	0,11	0,01	-
Benzo(a)Pyrène (BaP)	<0,02	0,10	0,01	1
DiBenzo(a,h)Anthracène	<0,02	<0,01	<0,01	-
Benzo(g,h,i)Pérylène	0,02	0,19	0,03	-
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	<0,02	0,04	0,02	-
Acénaphthylène	<0,3	<0,3	<0,3	-

Pour six des congénères, les concentrations sont inférieures ou proches des limites de quantification sur toutes les stations. C'est le cas de l'acénaphène, du fluorène, de l'anthracène, du dibenzo(a,h)anthracène, de l'indeno(1,2,3,c,d)pyrène et l'acénaphthylène. Pour ces congénères, il n'y a donc pas de gradient de concentrations entre les stations.

Réf : 202.0524 – v2.4

Pour les autres congénères, les analyses révèlent des concentrations homogènes sur les stations 1 et 3 et également proches ou inférieures aux limites de quantification.

Seule la station 2 se distingue par des teneurs plus marquées mais relativement faibles eu égard à notre retour d'expérience. Ce constat est notamment révélé par la seule comparaison de la concentration mesurée pour le benzo(a)pyrène à la valeur cible réglementaire.

Pour les autres congénères, en l'absence de référentiel réglementaire, il est toutefois mis en œuvre la démarche de quantification partielle des risques selon la méthodologie détaillée en Annexe 7 pour évaluer la compatibilité du milieu.

Pour les effets à seuil, seul le naphthalène possède une VTR. Le Tableau 20 ci-après présente ainsi le niveau de risque théorique pour l'inhalation de la concentration en naphthalène mesurée sur la station 2.

Tableau 20. Quotient de danger (QD) calculé pour une exposition chronique à seuil (plusieurs années) pour le naphthalène sur la station 2

Effet chronique à seuil	
Concentration de la substance dans l'air (Ci) en ng/m ³	0,14
Nombre d'heures d'exposition journalière à la substance dans l'air (Ti)	24
Nombre de jour d'exposition annuelle (Ef)	365
Concentration moyenne inhalée (CI) en µg/m ³ : $CI = \frac{\sum (Ci \times Ti) \times Ef}{24 \times 365}$	0,00014
VTR en µg/m ³	37 (ANSES 2013)
Risque à seuil : $QD = \frac{CI}{VTR}$	3,8E-06
Interprétation du niveau de risque	< 0,2

Pour les effets sans seuil, l'INERIS conseille de considérer la VTR définie pour le benzo(a)pyrène (1,1E-03 ; ANSES 2013) comparativement à la somme des concentrations des différents congénères de HAP pondérées par leur Facteur d'Équivalence Toxique (FET) et présentés dans le Tableau 21 ci-après. Cette somme est ensuite comparée à la VTR retenue pour le benzo(a)pyrène pour réaliser le calcul des risques selon une démarche conservative.

Réf : 202.0524 – v2.4

Tableau 21. Pondération des concentrations massiques en HAP mesurées sur la station 2 avec les FET définis par l'INERIS pour chaque congénère (en ng/m³)

Station 2			
(ng/m ³)	Concentration massique	FET	Concentration eq. toxique
Naphtalène	0,14	0,001	0,00014
Acénaphène	<0,01	0,001	<0,00001
Fluorène	0,03	0,001	0,00003
Phénanthrène	0,07	0,001	0,00007
Anthracène	0,01	0,01	0,0001
Fluoranthène	0,22	0,001	0,00022
Pyrène	0,25	0,001	0,00025
Benzo(a)Anthracène	0,08	0,1	0,008
Chrysène	0,28	0,01	0,0028
Benzo(b+j)Fluoranthène	0,36	0,1	0,036
Benzo(k)Fluoranthène	0,11	0,1	0,011
Benzo(a)Pyrène (BaP)	0,10	1	0,1
DiBenzo(a,h)Anthracène	<0,01	1	<0,01
Benzo(g,h,i)Pérylène	0,19	0,01	0,0019
Indeno(1,2,3,c,d)pyrène	0,04	0,1	0,004
Acénaphthylène	<0,3	0,001	<0,0003
[ΣHAP] inclusif			0,17

Le calcul du niveau de risque pour la somme des HAP mesurés sur la station 2 est ainsi détaillé dans le Tableau 22 ci-après.

Réf : 202.0524 – v2.4

Tableau 22. Excès de risque individuel (ERI) calculé pour une exposition chronique sans seuil (plusieurs années) pour la somme des HAP sur la station 2

Effet chronique sans seuil	
Concentration de la substance dans l'air (Ci) en ng/m ³	0,17
Nombre d'heures d'exposition journalière à la substance dans l'air (Ti)	24
Nombre de jour d'exposition annuelle (Ef)	365
Concentration moyenne inhalée (CI) en µg/m ³ : $CI = \frac{\sum (Ci \times Ti) \times Ef \times 30}{24 \times 365 \times 70}$	7,29E-5
VTR en (µg/m ³) ⁻¹	1,1E-03 (ANSES 2013)
Risque à seuil : ERI= CI x VTR	8,01E-08
Interprétation du niveau de risque	< 10E-06

Les calculs supplémentaires montrent l'absence de risque et la compatibilité du milieu avec la présence de populations. Toutes les analyses de HAP réalisées sur la fraction PM₁₀ ne révèlent donc pas d'anomalie dans l'environnement local du projet.

4.2.4.4 Concentrations en composés gazeux dans l'air ambiant

Dans un premier temps, ce sont les teneurs des composés organiques volatils (COV) majoritaires qui sont présentées et synthétisées dans le tableau 22 ci-après.

On constate que pour la majorité des composés, les teneurs les plus élevées sont observées sur la station 2. Seuls quelques COV présentent des concentrations significativement supérieures à celles relevées sur l'environnement local témoin, en considérant l'incertitude analytique de 30 % :

- Benzène
- Toluène ;
- Ethylbenzène ;
- Pentane, 2-methyl- ;
- Diisopropyl ether ;
- Hexane, 2-methyl- ;
- Cyclohexane, methyl- ;
- Heptanonitrile ;
- Octanenitrile ;

Comme pour les HAP, les concentrations apparaissent toutefois relativement faibles eu égard à notre retour d'expérience. Ce constat est notamment révélé par la seule comparaison de la concentration mesurée pour le benzène aux valeurs réglementaires qui montre des teneurs faibles.

Pour les autres COV, en l'absence de référentiel réglementaire, il est toutefois mis en œuvre la démarche de quantification partielle des risques selon la méthodologie détaillée en Annexe 7 pour évaluer la compatibilité du milieu.

Tableau 23. Résultats des teneurs en COV mesurées par tubes passifs (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Station 1	Station 2	Station 3	Objectif de qualité (moyenne annuelle)	Valeur limite
Benzène	0,30	0,65	0,27	2,00	5,00
Toluène	0,28	0,94	0,37	-	-
Ethylbenzène	0,17	0,28	0,13	-	-
(m+p)-xylènes	0,70	0,91	0,53	-	-
o-Xylène	0,34	0,46	0,27	-	-
Styrène	0,06	0,08	0,04	-	-
C4H8	0,09	0,10	0,06	-	-
C10H12	0,23	0,21	0,32	-	-
C10H14	0,87	0,78	0,60	-	-
C10H18	0,14	0,11	0,03	-	-
Pentane, 2-méthyl-	0,11	0,22	0,09	-	-
Diisopropyl éther	0,13	0,27	0,11	-	-
Hexane, 2-méthyl-	0,06	0,13	0,05	-	-
Cyclohexane, méthyl-	0,03	0,12	0,04	-	-
3-Ethyltoluene	0,10	0,13	0,08	-	-
Benzène, 1,3,5-triméthyl-	0,18	0,20	0,18	-	-
Heptanonitrile	0,27	0,28	0,11	-	-
Décane	0,04	0,03	0,04	-	-
p-Cymène	0,17	0,15	0,13	-	-
Limonène	0,09	0,12	0,14	-	-
Octanenitrile	0,44	0,46	0,16	-	-
Octanoic acid, méthyl ester	0,15	0,20	0,08	-	-

Les Tableau 24 et Tableau 25 ci-après présentent les niveaux de risque théoriques respectivement pour une exposition chronique à seuil et sans seuil pour ces composés en fonction des VTR disponibles.

Tableau 24. Quotient de danger (QD) calculé pour une exposition chronique à seuil (plusieurs années) pour les COV sur la station 2

	Effet chronique à seuil		
	Toluène	Ethylbenzène	Diisopropyl éther
Concentration de la substance dans l'air (Ci) en ng/m ³	0,94	0,28	0,27
Nombre d'heures d'exposition journalière à la substance dans l'air (Ti)	24		
Nombre de jour d'exposition annuelle (Ef)	365		
Concentration moyenne inhalée (CI) en µg/m ³ : $CI = \frac{\sum (Ci \times Ti) \times Ef}{24 \times 365}$	0,94	0,28	0,27
VTR en µg/m ³	20000	15000	14500
Risque à seuil : $QD = \frac{CI}{VTR}$	4,70E-05	1,87E-05	1,86E-05
Interprétation du niveau de risque	< 0,2	< 0,2	< 0,2

Tableau 25. Excès de risque individuel (ERI) calculé pour une exposition chronique sans seuil (plusieurs années) pour Diisopropyl éther sur la station 2

Effet chronique sans seuil	
Concentration de la substance dans l'air (Ci) en ng/m ³	0,27
Nombre d'heures d'exposition journalière à la substance dans l'air (Ti)	24
Nombre de jour d'exposition annuelle (Ef)	365
Concentration moyenne inhalée (CI) en µg/m ³ : $CI = \frac{\sum (Ci \times Ti) \times Ef \times 30}{24 \times 365 \times 70}$	0,12
VTR en (µg/m ³) ⁻¹	2,20E-06
Risque à seuil : ERI= CI x VTR	2,55E-07
Interprétation du niveau de risque	< 10E-06

Les calculs supplémentaires pour les COV disposant de VTR montrent l'absence de risque et la compatibilité du milieu avec la présence de populations.

Les résultats obtenus pour les autres composés gazeux sont synthétisés dans le Tableau 26 ci-après.

Tableau 26. Résultats des teneurs en polluants gazeux mesurées par tubes passifs (en µg/m³)

(µg/m³)	Station 1	Station 2	Station 3	Objectif de qualité (moyenne annuelle)	Valeur limite
Acide Chlorhydrique (HCl)	<0,53	0,74	<0,53	-	-
Ammoniac (NH3)	1,1	1,3	1,2	-	-
Acide Fluorhydrique (HF)	<0,09	<0,09	<0,09	-	-
Dioxyde d'azote (NO2)	11,2	8,8	11,0	40	40
Dioxyde de Soufre (SO2)	0,25	0,19	0,25	50	-

Les concentrations mesurées sur les trois stations apparaissent homogènes. Les valeurs réglementaires définies pour le NO₂ et le SO₂ en moyenne annuelle sont respectées.

Ces résultats traduisent une bonne qualité de l'air autour du projet pour les polluants gazeux mesurés.

4.2.5 RESULTATS DANS LES SOLS

4.2.5.1 Concentrations métalliques dans les sols

Les concentrations métalliques mesurées dans les sols prélevés le 06 novembre 2024 dans l'environnement du projet sont détaillés dans le Tableau 27 ci-après, ainsi que les gammes de valeurs interprétatives du programme ASPITET. Les résultats obtenus par le laboratoire ont été exprimés en masse de polluants par masse de matière sèche (mg/kg de MS).

Tableau 27. Concentrations métalliques mesurées dans les prélèvements de sol réalisés sur la zone d'étude le 06 novembre 2024 (en mg/kg de matière sèche)

(mg/kg de MS)	Station 1	Station 2	Station 3	Gamme Programme ASPITET	
As	15	19	9	1	25
Cd	0,53	0,25	0,15	0,05	0,45
Co	6,3	7,1	3,8	2,0	23,0
Cr	26	28	15	10	90
Cu	51	29	16	2	20
Hg	<0,1	0,27	0,19	0,02	0,10
Mn	511	455	304	-	-
Ni	21	18	11	2	60
Pb	46	60	32	9	50
Sb	1,4	1,4	0,8	-	-
Se	2,6	4,0	2,0	-	-
Sn	2,4	5,1	2,5	-	-
Te	<0,5	<0,5	<0,5	-	-
Tl	<0,5	<0,5	<0,5	0,1	1,7
V	23	34	15	-	-
Zn	154	102	47	10	100

Notons dans un premier temps que le tellure et le thallium ne sont quantifiés sur aucun des échantillons. Pour les autres éléments métalliques quantifiés, les tendances sont hétérogènes.

En effet, de manière générale les teneurs mesurées sur les stations d'impact potentiel (stations 1 et 2) sont supérieures à celles mises en évidence sur la station 3, représentative de l'environnement local témoin, à l'exception du mercure. Cependant, le référentiel utilisé permet de considérer que les concentrations en arsenic, cadmium, cobalt, chrome, nickel et plomb appartiennent aux gammes de concentrations couramment observées dans les sols « ordinaires » d'après le programme ASPITET.

Pour les autres éléments, à savoir le cuivre, le manganèse, l'antimoine, le sélénium, l'étain, le vanadium et le zinc, il convient donc de réaliser une quantification partielle des risques selon la méthodologie détaillée en Annexe 7 pour évaluer la compatibilité du milieu. Pour ces métaux, il n'existe que des VTR pour une exposition à seuil.

Le Tableau 28 ci-après présente les niveaux de risque théorique par rapport à une exposition chronique à seuil par ingestion pour la classe d'âge de 1 à 3 ans, qui correspond au cas de figure le plus majorant, fondée sur les concentrations les plus élevées mesurées sur les stations 1 ou 2.

Tableau 28. Quotients de danger (QD) calculés pour une exposition chronique à seuil pour certains métaux mesurés sur les stations 1 ou 2 pour la classe d'âge 1 à 3 ans

	Concentration dans le sol (mg/kg de MS)	VTR (mg/kg/j)	DJE (mg/kg de poids corporel/jour)	Risque à seuil : $QD = \frac{DJE}{VTR}$	Interprétation du niveau de risque
Cu	51 (station 1)	1,50E-01	3,87E-04	2,58E-03	< 0,2
Mn	511 (station 1)	5,50E-02	3,88E-03	7,05E-02	< 0,2
Sb	1,4 (stations 1 et 2)	6,00E-03	1,06E-05	1,77E-03	< 0,2
Se	4,0 (station 2)	5,00E-03	3,03E-05	6,07E-03	< 0,2
Sn	5,1 (station 2)	2,00E-01	3,87E-05	1,93E-04	< 0,2
V	34 (station 2)	9,00E-03	2,58E-04	2,86E-02	< 0,2
Zn	154 (station 1)	3,00E-01	1,17E-03	3,89E-03	< 0,2

La précision apportée par la démarche d'évaluation partielle des risques met en exergue un milieu compatible avec les usages en ce qui concerne les métaux.

Ces résultats traduisent une bonne qualité des sols autour du projet pour les métaux.

4.2.5.2 Concentrations en HAP dans les sols

Les niveaux de concentrations en HAP mesurés dans les sols prélevés le 06 novembre 2024 sur la zone d'étude sont présentés dans le Tableau 29 ci-après. Les résultats obtenus par le laboratoire ont été exprimés en masse de polluants par masse de matière sèche (mg/kg de MS).

Les concentrations en HAP mesurées dans les échantillons de sols sont homogènes entre les trois stations investiguées. En considérant la somme des seize congénères, et comparativement aux valeurs interprétatives définies par l'ordonnance Suisse OSol, on peut qualifier ces résultats de faibles et ne traduisant pas d'anomalie environnementale. Ce constat est également valable pour le benzo(a)pyrène, seul congénère disposant de valeurs interprétatives qui lui sont propres.

Ces résultats traduisent une bonne qualité du compartiment édaphique autour du projet pour les HAP.

Tableau 29. Concentrations en HAP mesurées dans les prélèvements de sol réalisés sur la zone d'étude (en mg/Kg de MS)

(mg/kg de MS)	Station 1	Station 2	Station 3	Valeur indicative	Seuil d'investigation
Naphtalène	0,02	0,03	0,02	-	-
Acénaphthylène	0,03	0,04	0,11	-	-
Acénaphène	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Fluorène	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Phénanthrène	0,08	0,10	0,09	-	-
Anthracène	0,03	0,03	0,07	-	-
Fluoranthène	0,18	0,19	0,26	-	-
Pyrène	0,15	0,16	0,20	-	-
Benzo(a)anthracène	0,16	0,12	0,17	-	-
Chrysène	0,23	0,14	0,19	-	-
Benzo(b)fluoranthène	0,29	0,15	0,23	-	-
Benzo(k)fluoranthène	0,13	0,08	0,10	-	-
Benzo(a)pyrène	0,15	0,12	0,18	0,20	1,00
Dibenzo(ah)anthracène	0,05	0,03	0,04	-	-
Indéno(123-cd)pyrène	0,13	0,09	0,12	-	-
Benzo(ghi)pérylène	0,14	0,09	0,12	-	-
Somme des 16 HAP (inclusif)	0,02	0,03	0,02	1,00	10

4.3 Conclusion de l'IEM

L'étude conclut à une bonne qualité environnementale des milieux « Air » et « Sol » avant le début du projet.

5 EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES

L'objectif de la caractérisation des risques sanitaires est d'estimer les risques sanitaires potentiellement encourus par les populations voisines attribuables aux émissions futures des installations, et d'apporter les éléments d'aide à la décision pour les gestionnaires de risques (Ineris, 2021).

5.1 Fondement méthodologique

5.1.1 DEFINITION DE L'ERS ET REFERENCES METHODOLOGIQUES

L'évaluation des risques sanitaires est une démarche structurée élaborée par le national research council (NRC) (l'Académie des sciences nord-américaine) (NRC, 1983)⁶ qui la décrit comme « ...l'utilisation de faits scientifiques pour définir les effets sur la santé d'une exposition d'individus ou de populations à des matériaux ou des situations dangereuses ». Cette démarche suit une méthode définie permettant de fournir aux gestionnaires des estimations des risques pour la santé, en l'état actuel des connaissances scientifiques. Dans le cadre des installations classées, elle s'applique de façon itérative afin, si possible, de quantifier le risque potentiel attendu autour du projet étudié.

Concernant la méthodologie à suivre pour la réalisation d'une ERS, deux documents méthodologiques font référence en France :

- le « Guide de lecture du volet sanitaire d'une étude d'impact » publié par l'InVS⁷ (InVS, 2000)⁸,
- le guide méthodologique de l'Ineris⁹ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » paru en 2021¹⁰.

5.1.2 CHAMP D'INTERVENTION

Dans le cadre de cette étude, seul le risque sur la santé des populations riveraines des installations est étudié.

De même, l'étude n'évalue pas :

- les risques écotoxiques (impact sur la faune et la flore),
- les risques liés aux agents physiques et microbiologiques,

⁶ National Research Council (NRC), 1983, Risk assessment in the federal government. Managing the process. Washington DC, National Academy of Science, 191 p.

⁷ Institut national de veille sanitaire

⁸ Institut de Veille Sanitaire (InVS), 2000, Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, 49 p.

⁹ Institut national de l'environnement industriel et des risques

¹⁰ Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris), 2021, Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, Impact des activités humaines sur les milieux et la santé, 130 p.

- les risques liés aux sources d'émission autres qu'atmosphériques,
- les risques liés aux sources d'émission diffuses,
- les impacts liés aux odeurs du projet.

5.1.3 STRUCTURE DE LA DEMARCHE

La démarche d'évaluation des risques sanitaires s'appuie sur les 4 étapes suivantes :

- Etape 1 : l'identification des dangers qui consiste en l'identification et la description les plus exhaustives possible des substances capables de générer un effet sanitaire indésirable, ainsi que la description de cet effet sanitaire,
- Etape 2 : l'évaluation de la relation dose-réponse qui a pour but d'estimer le lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'incidence de l'apparition d'un effet toxique jugé critique pour l'organisme. Cette étape se caractérise par le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour chaque toxique étudié,
- Etape 3 : l'évaluation des expositions qui permet de juger du niveau de contamination des milieux, de caractériser les populations potentiellement exposées et de quantifier l'exposition de celles-ci,
- Etape 4 : la caractérisation du risque qui est une étape de synthèse des étapes précédentes permettant de quantifier le risque encouru pour la ou les population(s) exposées.

Ces 4 étapes sont suivies d'un récapitulatif des hypothèses et des incertitudes liées à la démarche d'évaluation des risques sanitaires.

5.1.4 PRINCIPES CONDUCTEURS DE LA REALISATION DE L'ETUDE

Plusieurs grands principes sont respectés dans l'ERS, conformément aux recommandations de l'InVS, de l'INERIS et de la circulaire du 17 février 1998 relative à l'application de l'article 19 de la loi LAURE¹¹, complétant le contenu des études d'impact des projets d'aménagement :

- la transparence : les sources de données et les méthodes utilisées, les choix réalisés et les incertitudes relevées sont explicités et référencés,
- la cohérence : les meilleures connaissances scientifiques du moment (cohérence externe) sont utilisées de même que des règles systématiques pour recueillir et traiter l'information, choisir les méthodes et les hypothèses de calcul (cohérence interne),
- la spécificité : l'étude s'appuie sur les connaissances scientifiques et les données propres au site ou qui s'en rapprochent le plus,
- la prudence scientifique : en l'absence de donnée reconnue, sont prises en compte des hypothèses raisonnablement majorantes,
- la proportionnalité : le degré d'approfondissement doit être cohérent avec l'importance des incidences prévisibles de la pollution.

¹¹ Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie

Cette étude s'appuie sur les méthodes et les connaissances disponibles au moment de la rédaction du rapport. Sa validité est donc limitée par l'évolution des outils et des connaissances des sciences utilisées dans l'évaluation des risques sanitaires.

5.2 Identification des dangers et des relations dose-réponse

Cette première étape de l'évaluation des risques sanitaires présente les effets sur la santé humaine des substances susceptibles d'être émises par les installations en projet.

5.2.1 MÉTHODE

Pour chacune des substances prises en compte dans l'étude, ce chapitre présente un résumé des connaissances associées à la toxicité de cette substance.

Pour les expositions chroniques, il est distingué les connaissances sur les effets cancérogènes et celles sur les effets non cancérogènes. Les principales bases de données consultées sont les suivantes :

- L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS),
- L'International Program on Chemical Safety (IPCS),
- Santé Canada (« Health Canada »),
- L'institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (Ineris),
- L'institut National de Recherche et de Sécurité (INRS).

La consultation de ces bases a permis de répertorier les dangers associés aux substances inventoriées. Une description toxicologique de ces substances est donnée dans le paragraphe suivant (par ordre alphabétique).

5.2.2 ETUDE DES DANGERS

Le descriptif des dangers associés à l'ensemble des substances considérées dans l'étude est présenté en Annexe 3 dans chaque fiche toxicologique.

Le Tableau 30 présente les principaux systèmes cibles et les substances associées à ces systèmes, selon la voie d'exposition. Ce tableau n'a pas pour ambition de lister l'ensemble des effets répertoriés dans la littérature mais de pointer le fait que chaque système est la cible de plusieurs substances étudiées. Ces substances peuvent agir sur une cible avec des mécanismes d'action différents ou similaires. Elles peuvent interagir pour potentialiser, neutraliser ou diminuer les effets néfastes de substances considérées individuellement. Les effets des mélanges de substances sont actuellement appréhendés dans les évaluations de risques sanitaires avec des hypothèses d'additivité des effets portant sur les mêmes cibles, ce qui est loin de représenter la variabilité de comportement des substances en mélange.

Tableau 30 - Substances inventoriées, voie et durée d'exposition et systèmes cibles associés

Substances	Systèmes cibles										
	Respiratoire	Oculaire	Hématologie et immunitaire	Cardiovasculaire	Nerveux	Digestif	Musculo-squelettique	Urinaire et rénal	Cutané	Reproductif et développement	Hépatique
Substances classiques											
CO				CR	AR, CR						
SO2	AR, CR	CR									
HCl	AR, CR	AR				AR			AR, CR		
HF	AR						CR				
NO2	AR, CR										
Poussières	AR, CR			AR							
NH3	CR	AR									
Métaux											
Hg	AR, AO, CR			AO, CO	AR, CR, CO	AR, AO, CR, CO	CR, CO	AR, AO, CR, CO		CR, CO	
Cd	AR, CR							CR, CO			
Tl											
Sb	CR					AO, AR					
As	AR, CR		AO, CO	CR, CO	AO, CR, CO	AO, CO			AO, CR, CO		
Pb			CR, CO		AO, CR, CO	AO	CR	AO, CR, CO		CR	
Cr	CR, CO				AO	AO					
Co	AR, CR, CO			CO		AO, CO	CO	CO			
Cu	CR				AR, AO	CR, AO, CO	AR				
Mn	AR				CR						
Ni	AR, CR				AR	AR, AO				CR, CO	
V	AR										
Sn											
Zn			CO								
COV											
Formaldéhyde	CR	AR, CR									
Benzène			AR, CR, CO		CR, CO						
Acroléine	AR, CR										
Styrène					AR, CR						
Toluène					AR, CR						
Acétaldéhyde	AR, CR										
1,2-dibromoéthane	CR										
Phénol				CR	CR			CR			

Substances	Systèmes cibles										
	Respiratoire	Oculaire	Hématologique et immunitaire	Cardiovasculaire	Nerveux	Digestif	Musculo-squelettique	Urinaire et rénal	Cutané	Reproductif et développement	Hépatique
Tétrachlorure de carbone										AR,	CR
Tétrachloroéthylène		CR			AR						
Chlorobenzène								CR		CR	CR
1,2-Dichloropropane	AR, CR										
Propionaldéhyde	CR										
Ethylbenzène											
1,2-Dichloroéthane										CR	
trichlorométhane (Chloroforme)								CR			AR
o-Xylene	AR										
Chlorure de vinyle										AR	CR
Isobutyraldéhyde											
p-Tolualdéhyde											
HAP											
Benzo(a)pyrène	CR					CO				CR, CO	
Dioxines/furanes											
2,3,7,8 TCDD	AR				CO				AR, CO		

AR : aiguë respiratoire, AO : aiguë orale, CR : chronique respiratoire, CO : chronique orale

Nd : non disponible

5.2.3 INVENTAIRE DES VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour une substance donnée sont des valeurs établissant une relation entre les doses ou les concentrations d'exposition auxquelles les personnes peuvent être exposées, et l'incidence ou la gravité des effets associés à cette exposition.

Cette étape a pour objectif de recueillir l'ensemble des VTR des substances émises, disponibles dans la littérature et éventuellement de réaliser un choix parmi elles.

5.2.3.1 Définition

Les valeurs toxicologiques de référence sont distinguées en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil de dose : Les VTR sont les valeurs en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque.
- Les toxiques sans seuil de dose : Les VTR correspondent à la probabilité, pour un individu, de développer l'effet indésirable (ex : cancer) lié à une exposition égale, en moyenne sur sa durée de vie, à une unité de dose de la substance toxique. Ces probabilités sont exprimées par la plupart des organismes par un excès de risque unitaire (ERU). Un ERU de 10^{-5} signifie qu'une

personne exposée, en moyenne durant sa vie à une unité de dose, aurait une probabilité supplémentaire de 1/100 000, par rapport au risque de base, de contracter un cancer lié à cette exposition.

5.2.3.2 Sources de données

D'après 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, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivants : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHHA, EFSA.

Par soucis de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'ANSES même si des VTR plus récentes sont proposées par les autres bases de données. A défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à 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.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHHA ou l'EFSA est utilisée.

En l'absence de VTR dans une de ces 8 bases de données, la note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 indique qu'il est préférable d'éviter d'utiliser d'autres valeurs telles qu'une valeur toxicologique publiée par un autre organisme que ceux précédemment listés, ou une valeur limite d'exposition professionnelle ou encore une valeur guide de qualité des milieux.

Les VTR utilisées en évaluation de risques sanitaires doivent avoir des fondements uniquement sanitaires. Cependant, certaines valeurs émises par l'OMS (appelées « valeurs guides ») sont établies en tenant compte de considérations supplémentaires (environnementales, techniques, économiques...). Lorsque de telles valeurs guides sont utilisées (à défaut de VTR), elles sont traitées à part des VTR dans le reste de l'étude et il ne sera pas réalisé de caractérisation des risques comme avec une VTR mais seulement une comparaison des valeurs-guides (VG) avec les doses d'exposition.

Les deux tableaux suivants indiquent, pour l'ensemble des substances susceptibles d'être émises par le projet (classés selon leur famille), si des VTR sont disponibles dans la littérature consultée pour les voies d'exposition respiratoire et digestive, et donc si une caractérisation des risques sanitaires peut être effectuée.

L'exposition aiguë par voie digestive n'a pas été considérée comme pertinente dans la présente étude. Cette modalité d'exposition est réservée à des situations accidentelles sur de courtes périodes ce qui n'est pas le cas ici.

Tableau 31. Inventaire des VTR associées aux polluants de la pollution atmosphérique

Substance	N°CAS	Exposition voie respiratoire			Exposition voie orale	
		Effet aigu	Effet chronique non cancérigène	Effet chronique cancérigène	Effet chronique non cancérigène	Effet chronique cancérigène
Substances classiques						
NO2	10102-44-0	X*	X*	-	-	-
CO	630-08-0	X	-	-	-	-
SO2	7446-09-5	X	-	-	-	-
PM10	-	X*	X*	-		
PM2.5	-	X*	X*	X	-	X
HCl	7647-01-0	X	X	-	-	-
HF	7664-39-3	X	X	-	-	-
NH3	7664-41-7	X	X	-	-	-
COV						
Formaldéhyde	50-00-0	X	X	X	Non pris en compte pour les COV (voir paragraphe suivant)	
Benzène	71-43-2	X	X	X		
Acroléine	107-02-8	X	X	-		
Styrène	100-42-5	X	X	-		
Toluène	108-88-3	X	-	-		
Acétaldéhyde	75-07-0	X	X	X		
1,2-dibromoéthane	106-93-4	-	X	X		
Phénol	108-95-2	-	X	-		
Tétrachlorure de carbone	56-23-5	X	X	-		
Tétrachloroéthylène	127-18-4	X	X	X		
Chlorobenzène	108-90-7	-	X	-		
1,2-Dichloropropane	78-87-5	X	X	-		
Propionaldéhyde	123-38-6	-	X	-		
Ethylbenzène	107-06-2	X	X	X		
1,2-Dichloroéthane	67-66-3	-	-	X		
trichlorométhane (Chloroforme)	56-23-5	X	X	-		
o-Xylene	1330-20-7	X	X	-		
Chlorure de vinyle	75-01-4	X	X	X		
Isobutyraldéhyde	78-84-2	-	-	-		
p-Tolualdéhyde	-	-	-	-		
Métaux						
Hg	7439-97-6	-	X	-	X	-
Cd	7440-43-9	X	X	-	X	-
Tl	7440-28-0	-	-	-	-	-
Sb	7440-36-0	-	X	-	X	-
As	7440-38-2	X	X	X	X	X
Pb	7439-92-1	-	X	X	X	X
Cr	7440-47-3	-	X	X	X	X
Co	7440-48-4	-	X	X	X	-
Cu	7440-50-8	-	X	-	X	-
Mn	7439-96-5	-	X	-	X	-

Substance	N°CAS	Exposition voie respiratoire			Exposition voie orale	
		Effet aigu	Effet chronique non cancérigène	Effet chronique cancérigène	Effet chronique non cancérigène	Effet chronique cancérigène
Ni	7440-02-0	-	X	X	X	-
V	7440-62-2	X	X	-	X	-
Sn	7440-31-5	-	-	-	X	-
Zn	7440-66-6	-	-	-	X	-
HAP						
Benzo(a)pyrène	50-32-8	-	X	X	X	X
Dioxines/Furanes						
2,3,7,8 TCDD	1746-01-6	-	X	-	X	-

*il s'agit de valeurs guides (VG) et pas de VTR

■ Cas particulier des composés organiques volatils (COV)

Il est considéré dans le cadre de cette ERS que l'ingestion de COV ne représente pas une source d'exposition pertinente pour les populations. En effet, en raison de leurs caractéristiques physico-chimiques (faible pression de vapeur), les COV se trouvent sous forme gazeuse à température et pression ambiantes.

■ Cas particulier du chrome

Une recherche a été effectuée afin de se rendre compte de la part de chrome III et VI dans le chrome total émis. Une attention particulière a été apportée au chrome VI dans la mesure où il s'agit de la forme de chrome la plus toxique d'après les VTR relevées. En l'absence d'information spécifique au site ou à des résultats de mesures sur des installations similaires, des données issues de la littérature ont été exploitées.

Finalement, une répartition chrome III / chrome VI a été retenue à 83 % / 17 %, d'après les facteurs d'émission issus de l'AP42, au chapitre 1.6 *Wood Residue Combustion in Boilers*, table 1.6-4.

Pour la voie digestive il existe, comme pour la voie respiratoire, plusieurs VTR pour caractériser la toxicité du chrome III et du chrome VI ; avec la forme hexavalente significativement plus toxique que la forme trivalente. Toutefois, le chrome VI susceptible de se déposer au sol est largement transformé en chrome III dans les sols et les sédiments (favorisé en conditions anaérobiques et à un pH faible) (Ineris, 2005). Pour cette raison, le chrome total a été assimilé à du chrome III pour cette voie d'exposition.

■ Cas particulier du mercure

Le mercure existe sous trois formes principales : le mercure élémentaire (Hg°), le mercure divalent (Hg II) et le mercure organique (principalement le méthyl mercure). Les VTR sont relatives au mercure élémentaire, au mercure organique et au mercure inorganique (qui rassemble le mercure élémentaire et le mercure divalent).

Pour la voie respiratoire, les formes de mercure élémentaire et inorganique peuvent être retenues ; en effet, aucune forme de mercure organique n'est attendue en sortie de cheminée, après combustion. D'après le chapitre 2 du modèle HHRAP (« Facility characterization »), 20% du mercure émis à l'atmosphère est sous forme élémentaire (Hg0), et 80% sous forme divalente (Hg II) (cf. Annexe 2).

Pour la voie digestive, les formes organiques et inorganiques sont retenues dans la mesure où, en présence de la matière organique du sol, une partie du mercure atmosphérique (élémentaire et divalent) se transforme en mercure organique.

5.2.3.3 Choix des valeurs toxicologiques de référence

Les tableaux suivants synthétisent les VTR retenues selon les recommandations de la note N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.

Tableau 32. VTR aiguë pour la voie respiratoire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substance	VTR	durée	Système-cible - VTR	Organisme (année)
NO ₂	200*	1h	Respiratoire	OMS, 2010
NO ₂	25*	24h	Respiratoire	OMS, 2021
CO	30000	1h	Cardiovasculaire	Expertise ANSES, 2007 (Afsset, 2007)
SO ₂	30	1-14j	Respiratoire	INERIS, 2011 (ATSDR, 1998)
PM ₁₀	45*	24h	Effet sur la mortalité	OMS, 2021
PM _{2.5}	15*	24h	Effet sur la mortalité	OMS, 2021
HCl	2100	1h	Respiratoire	OEHHA, 2008
HF	16,4	1h	Respiratoire	ATSDR, 2003
NH ₃	5900	24h	Oculaire	ANSES, 2018
Formaldéhyde	123	4h	Respiratoire	ANSES, 2018
Benzène	30	24h	Hématologique	Expertise INERIS, 2021 (ATSDR, 2007)
Acroléine	6.9	24h	Respiratoire	ATSDR 2007, choix ANSES 2022
Styrène	21500	6h	Neurologique	ATSDR 2010 choix ineris 2023
Toluène	21000	24h	Neurologique	ANSES, 2017
Acétaldéhyde	3000	1h	Respiratoire	ANSES 2014
Tétrachlorure de carbone	1900	1h	Développemental	OEHHA 2008, (choix INERIS 2023)
Tétrachloroéthylène	1380	24h	Neurologique	ANSES, 2018
1,2-Dichloropropane	92.42	24h	Respiratoire	ATSDR 2021
Ethylbenzène	22000	24h	Auditif	ATSDR 2010, choix ANSES 2016
trichlorométhane (Chloroforme)	488	24h	Hépatique	ATSDR 1998, choix ineris 2020

Chlorure de vinyle	1300	24h	Développemental	ATSDR 2006, choix ineris 2020
Antimoine	1	24h	Respiratoire	ATSDR, 2019
Vanadium	0.8	24h	Respiratoire	ATSDR, 2012
Cadmium	0.03	24h	Respiratoire	ATSDR, 2012

**valeurs-guides*

Le tableau suivant synthétise les VTR retenues pour une exposition chronique respiratoire et les effets à seuil de dose :

Tableau 33. VTR proposées pour la voie respiratoire, une exposition chronique et les effets non cancérogènes (unité : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substance	VTR	Système-cible - VTR	Organisme (année)
NO ₂	10*	-	OMS, 2021
PM ₁₀	15*	-	OMS, 2021
PM _{2,5}	5*	-	OMS, 2021
HCl	20	Respiratoire	US-EPA, 1995
HF	14	Musculo-squelettique	OEHHA, 2008 (choix INERIS 2023)
NH ₃	500	Respiratoire	ANSES, 2018
Formaldéhyde	123	Respiratoire	ANSES, 2018
Benzène	10	Hématologique et immunitaire	INERIS, 2021 (ATSDR, 2007)
Acroléine	0.15	Respiratoire	ANSES 2022
Styrène	860	Neurologique	ATSDR 2010, choix ineris 2011
Toluène	19000	Neurologique	ANSES, 2017
Acétaldéhyde	160	Olfactif	ANSES, 2014
1,2-dibromoéthane	9	Respiratoire	US-EPA 2004
Phénol	200	Neurologique	OEHHA 2008, choix INERIS 2021
Tétrachlorure de carbone	110	Hépatique	ANSES 2017
Tétrachloroéthylène	400	Oculaire	ANSES 2018
Chlorobenzène	1000	Hépatique	OEHHA 2003
1,2-Dichloropropane	4	Respiratoire	US-EPA 1991
Propionaldéhyde	8	Respiratoire	US-EPA 2008
Ethylbenzène	1500	Auditif	ANSES 2016
trichlorométhane (Chloroforme)	63	Rénal	ANSES 2008
o-Xylene	100	Neurologique	US-EPA 2003, choix ANSES 2020
Chlorure de vinyle	60	Hépatique	TECQ 2013 choix INERIS
HgCl	0.03	Nerveux	Expertise Ineris, 2014 (OEHHA, 2008)
MHg	-	-	-
Cd	0.45	Urinaire	Expertise INERIS, 2013 (Anses, 2012)
Tl	-	-	-
Sb	0.3	Respiratoire	ATSDR, 2019
As	0.015	Nerveux	INERIS, 2010 (OEHHA, 2008)
Pb	0.9	Urinaire	Expertise INERIS, 2013 (ANSES, 2012)
Mn	0.3	Nerveux	ATSDR, 2012
Ni	0.02	Respiratoire	Expertise INERIS, 2007 (OEHHA, 2005)
V	0.1	Respiratoire	ATSDR, 2012
Cr III	0.1	Respiratoire	Expertise Ineris, 2022 (Santé Canada, 2021)
Cr VI	0.008	Respiratoire	Expertise Ineris, 2022 (US EPA, 1998)
Co	0.1	Respiratoire	ATSDR, 2004
Cu	1	Hématologique et immunitaire	Expertise INERIS, 2005 (RIVM, 2001)
BaP	0.002	Reproductif et développemental	EPA, 2017
2,3,7,8 TCDD	4 10-5	Hématologique et immunitaire, Urinaire, Digestif, Respiratoire, Cardiovasculaire, Métabolique, endocrinien et nutritionnel	Expertise Ineris, 2015 (OEHHA, 2000)

*il s'agit de valeurs guides (VG) et pas de VTR

Tableau 34. VTR proposées pour la voie respiratoire, une exposition chronique et les effets cancérogènes (unité : $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ sauf pour le cadmium : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substance	VTR	Système-cible - VTR	Organisme, année
PM _{2.5}	1.28E-02	Mortalité	ANSES, 2023
Benzène	1.6E-06	Hématologique et immunitaire	ANSES, 2024
Acétaldéhyde	2.20E-06	Respiratoire	US-EPA 1991, choix INERIS 2017
1,2-dibromoéthane	3.00E-04	Respiratoire	US EPA 2004
Tétrachloroéthylène	2.60E-07	Hépatique	ANSES 2018
Ethylbenzène	2.50E-06	Rénal	OEHHA 2007
1,2-Dichloroéthane	3.40E-06	Reproducteur et développemental	ANSES 2009
Chlorure de vinyle	3.80E-06	Hépatique	ANSES 2012
As	4.3E-03	Respiratoire	Expertise INERIS, 2010 (EPA, 1998)
Pb	1.2E-05	Urinaire	Expertise INERIS, 2016
Ni	2.6E-04	Respiratoire	Expertise Ineris, 2018
Cr VI	4.0E-02	Respiratoire	OMS, 2013
Co	7.7E-03	Respiratoire	OEHHA, 2020
Cd	3.0E-01	Respiratoire	Expertise INERIS, 2013 (ANSES, 2012)
BaP	6.0E-04	Respiratoire	EPA, 2017

Dans le cas du formaldéhyde, l'ANSES retient une approche à seuil de dose, aucune valeur sans seuil n'est donc à retenir.

■ **Cas particulier des poussières fines (PM_{2.5})**

Depuis janvier 2023, l'ANSES propose une nouvelle VTR relative aux poussières fines (PM_{2.5}). Cette VTR associée à des effets sans seuil de dose est basée sur les risques relatifs liés à l'exposition aux poussières fines ambiantes, aussi utilisées dans les évaluations quantitatives de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Dans son rapport d'expertise, l'ANSES indique que cette VTR doit être utilisée en complément des autres VTR caractérisant les substances présentes dans ces poussières atmosphériques. L'ANSES précise aussi qu'il n'existe pas de consensus ou recommandation sur des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant, contrairement à certaines substances chimiques pour lesquelles un niveau de risque de cancer de 10^{-5} ou 10^{-6} est considéré. Les PM_{2.5} feront donc l'objet d'un calcul de risque (ERI) mais les niveaux de risques estimés doivent être considérés distinctement des autres substances prises en compte. Un dépassement de seuil ne correspond donc pas à un niveau de risque préoccupant, mais à un niveau de risque qu'il n'est pas encore actuellement possible de caractériser par manque de consensus entre les différentes institutions/administrations.

Tableau 35 - VTR proposées pour la voie digestive, une exposition chronique et les effets non cancérogènes (unité : $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)

Substance	VTR	Système-cible - VTR	Organisme, année
Dioxines-Furanes	2.9 10-7	Reproductif et développemental	Expertise Ineris, 2019 (EFSA, 2018)
Sb	6	Métabolique, endocrinien et nutritionnel	Expertise Ineris 2007 (OMS, 2006)
As	0.45	Cutané	Expertise INERIS, 2010 (Fo Big, 2009)
Pb	0.63	Urinaire	Expertise INERIS, 2013 (ANSES, 2012)
Mn	55		INSPQ, 2017
Ni	2.8	Reproductif et développemental	EFSA, 2015
V	9	Métabolique, endocrinien et nutritionnel	Expertise INERIS, 2012 (EPA, 1996)
Cr III	5	-	INERIS, 2017 (RIVM, 2001)
Co	1.5	Cardiovasculaire	RIVM, 2001
Cu	150	Métabolique, endocrinien et nutritionnel	Expertise INERIS, 2019 (EFSA, 2018)
Cd	0.35	Urinaire	ANSES, 2019
HgCl	0.66	Système rénal	Expertise INERIS, 2014
MHg	0.1	Neurologique	Expertise INERIS, 2014 (US-EPA, 2001)
Sn	200	-	RIVM 2009
Zn	300	Hématologique	US EPA 2005
BaP	0.3	Nerveux	EPA, 2017

Tableau 36 - VTR proposées pour la voie digestive, une exposition chronique et les effets cancérogènes (unité : $(\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j})^{-1}$)

Substances	VTR	Système cible	Référence
As	1.5E-03	Cutané	Expertise INERIS, 2010 (OEHA, 2009 / EPA, 1998)
Pb	8.5E-06	Urinaire	Expertise INERIS, 2016
BaP	1.0E-03	Digestif	EPA, 2017

5.3 Choix des traceurs de risque

Pour les risques par inhalation, l'ensemble des substances pour lesquelles une donnée d'émission était disponible a été pris en compte. Celles disposant de VTR ont pu faire l'objet d'un calcul de risque, jusqu'à l'étape de caractérisation des risques. Pour les 6 autres substances, à savoir thallium, tellure, étain, zinc, 1,2-Dichloroéthane, Isobutyraldéhyde, les risques qui leur sont associés n'ont pas pu être caractérisés, toutefois, une recherche sur leur comportement dans l'environnement ainsi que sur leur toxicité a été réalisée (cf. Annexe 3).

Contrairement au calcul de risques pour la voie respiratoire, l'estimation des niveaux d'exposition puis le calcul de risques pour la voie orale nécessitent un traitement plus approfondi. Afin de limiter les calculs et se limiter aux substances les plus pertinentes à retenir d'un point de vue sanitaire, une sélection de traceurs de risques est effectuée. Cette démarche fait intervenir les masses de substances émises, ainsi que leur toxicité. Un classement est enfin réalisé pour identifier les substances présentant les indices de risque les plus élevés, c'est-à-dire celles qui présenteront les risques les plus élevés.

Cette démarche se limite aux substances pour lequel il existe des effets à seuil de dose ; les substances à effet sans seuil de dose étant retenues par défaut. Le Tableau 37 présente les résultats obtenus. La colonne « ratio » permet de se rendre compte de l'importance du ratio obtenu par rapport au ratio le plus élevé estimé pour l'ensemble des substances appréhendées.

Il est décidé de retenir toutes les substances dont le ratio dépasse 10% du ratio maximal, obtenu pour le plomb (cf. Tableau 37). Les substances dont le ratio est inférieur à 10% sont retenues si elles sont cancérogènes. Cette approche permet de ne pas traiter plus avant les substances suivantes :

- Le sélénium,
- L'antimoine,
- Le chrome III,
- Le cuivre,
- L'étain,
- Le vanadium,
- Le zinc.

Par ailleurs, aucune de ces substances n'a été identifiée comme problématique dans l'IEM.

Les autres substances sont traitées à part entière pour l'estimation des niveaux d'exposition puis pour la caractérisation des risques. Les substances finalement retenues apparaissent sur fond bleu dans le tableau suivant.

Tableau 37. Identification des traceurs de risques pour la voie orale

Substance	Emission (kg/an)	VTR (µg/kgPC/j)	ratio masse/VTR	Part	Sélection
BaP*	1.7E+00	3.0E-01	5.7E+00	2%	oui
PCDD*	1.7E-05	2.9E-07	5.9E+01	22%	oui
HgCl	8.6E+00	6.0E-01	1.4E+01	5%	oui
MHg	8.6E+00	2.0E-01	4.3E+01	16%	oui
Cd*	8.6E+00	3.5E-01	2.5E+01	9%	oui
Cd (risque cancérogène)*	8.6E+00	3.5E-01	2.5E+01	9%	oui
Tl	8.6E+00	-	-	-	non
Pb*	1.7E+02	6.3E-01	2.7E+02	100%	oui
As*	3.1E+01	4.5E-01	6.8E+01	25%	oui
Te	0.0E+00	-	-	-	non
Se	1.7E+01	5.0E+00	3.5E+00	1%	non
Sb	1.0E+01	6.0E+00	1.7E+00	1%	non
CrIII	2.8E+01	5.0E+00	5.6E+00	2%	non
Cobalt*	8.6E+00	1.5E+00	5.7E+00	2%	oui
Cu	6.5E+02	1.5E+02	4.3E+00	2%	non
Sn	3.0E+01	2.0E+02	1.5E-01	0.06%	non
Mn	2.1E+03	5.5E+01	3.9E+01	14%	oui
Ni*	4.4E+01	2.8E+00	1.6E+01	6%	oui
V	1.3E+00	9.0E+00	1.4E-01	0%	non
Zn	5.6E+02	3.0E+02	1.9E+00	1%	non

* Substances cancérogènes, toutes retenues par défaut

L'unité du ratio est le kg/an/(µg/kgPC/j). Cette unité n'a pas d'importance pour l'analyse des résultats, l'intérêt se limitant au classement des ratios obtenus des substances les unes par rapport aux autres.

5.4 Évaluation des expositions

Dans le cadre de cette ERS, plusieurs voies d'exposition sont prises en compte pour la caractérisation des risques sanitaires engendrés par les émissions atmosphériques du projet étudié. L'objet de ce chapitre est d'identifier les voies d'exposition pertinentes à considérer ainsi que les doses auxquelles les populations humaines sont susceptibles d'être exposées.

D'après les informations collectées lors de la caractérisation de l'environnement (dans le domaine d'étude), la population présente est susceptible d'être exposée aux substances par voies respiratoire, orale et cutanée.

5.4.1 EXPOSITION PAR INHALATION

Les rejets de substances pris en compte pour l'ERS sont exclusivement les émissions atmosphériques canalisées, aussi, la voie d'exposition à considérer en premier lieu est l'inhalation des substances émises à l'atmosphère. Conformément aux recommandations du guide de l'Ineris, la caractérisation des risques n'a porté que sur les émissions du projet d'installation, et n'a donc pas pris en compte le niveau de fond en substance auquel est également exposée la population riveraine du projet.

Il paraît pertinent de considérer à la fois les expositions respiratoires aiguë et chroniques. Ces modalités d'exposition correspondent respectivement à une exposition élevée sur de courtes périodes induites par des conditions météorologiques défavorables à la dispersion, et à une exposition moyenne annuelle, intégrant les différentes conditions météorologiques observables dans l'année localement.

L'inhalation de particules de sol remises en suspension dans l'air est considérée comme une voie d'exposition minoritaire et n'est pas retenue dans cette étude.

5.4.2 EXPOSITION PAR INGESTION

5.4.2.1 Médias d'exposition orale retenus

La zone entourant le projet comprend un tissu urbain discontinu, une zone industrielle, ainsi que des activités agricoles. Aussi, il convient de considérer dans l'ERS, l'impact sanitaire des retombées sur le sol des substances émises et donc de prendre en compte l'exposition indirecte (par ingestion) des individus. Par ailleurs, compte tenu du fonctionnement de l'installation (fonctionnement « normal » et non accidentel), il ne semble pas pertinent de considérer les expositions orales aiguës, c'est-à-dire les expositions orales - uniques ou répétées - se produisant sur de très courtes périodes (moins de 14 jours) à des aliments fortement contaminés. Aussi, seules les expositions orales chroniques sont étudiées. Les médias d'exposition pouvant être pris en compte sont les suivants :

- **l'ingestion directe de sol contaminé** par les dépôts de polluants atmosphériques. Ces dépôts peuvent souiller les mains, des objets ou des aliments portés à la bouche. Cette voie d'exposition est plus importante chez les enfants qui, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes.
- **l'ingestion via la chaîne alimentaire**, de produits d'origines végétale et animale contaminés directement ou indirectement par les retombées de polluants sur les sols et les végétaux.

Les médias d'exposition suivants sont étudiés :

- parmi les produits végétaux, l'ingestion de légumes et fruits susceptibles d'être cultivés autour de l'installation et impactés par les retombées atmosphériques de cette installation,
- parmi les produits animaux, la viande de volailles, de bœuf, de porc, les œufs et le lait, susceptibles d'être produits localement et impactés par les retombées atmosphériques de l'installation. En effet, comme indiqué dans la partie « Caractérisation du site », des zones agricoles et des zones résidentielles sont présentes dans la zone d'étude.

De ce fait, les médias d'exposition par voie orale pouvant être pris en compte dans l'ERS sont :

- le sol,
- les légumes,
- les fruits,
- la viande de volailles, de porc et de bœuf,
- les œufs,
- le lait.

5.4.2.2 Médias d'exposition orale exclus

Compte tenu des modalités d'émission en substances (émission atmosphérique), la contamination de l'eau destinée à la consommation humaine n'a pas été jugée pertinente à retenir dans le cadre du

schéma conceptuel d'exposition. En effet, la contamination de l'eau (superficielle ou souterraine) est considérée comme pertinente dans le cas où l'installation émet des rejets aqueux et si des captages d'alimentation en eau potable sont présents à proximité du site. Pour les mêmes raisons, les risques par ingestion de poisson sont écartés.

5.4.3 EXPOSITION PAR VOIE CUTANEE

L'absorption percutanée de substances contenues dans l'eau du robinet et l'absorption cutanée des gaz et particules en suspension dans l'air ne seront pas prises en compte par manque de valeur toxicologique de référence spécifique à cette voie. L'exclusion de cette voie d'exposition amène à une sous-estimation des risques, modérée par les éléments suivants :

- La surface cutanée totale représente environ 1,7 m² en moyenne. Cette surface corporelle est plus de cinquante fois plus petite que la superficie interne des poumons (90 m²). Il est donc probable que l'exposition par voie cutanée reste marginale par rapport à l'inhalation.
- Le lavage des mains et du visage limite la durée de contact.
- La peau agit comme une barrière de protection vis-à-vis de l'extérieur alors que les poumons ont pour rôle de favoriser les échanges gazeux intérieurs / extérieurs.

5.4.4 SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

La figure suivante présente schématiquement les différentes médias et voies d'exposition pris en compte dans cette étude.

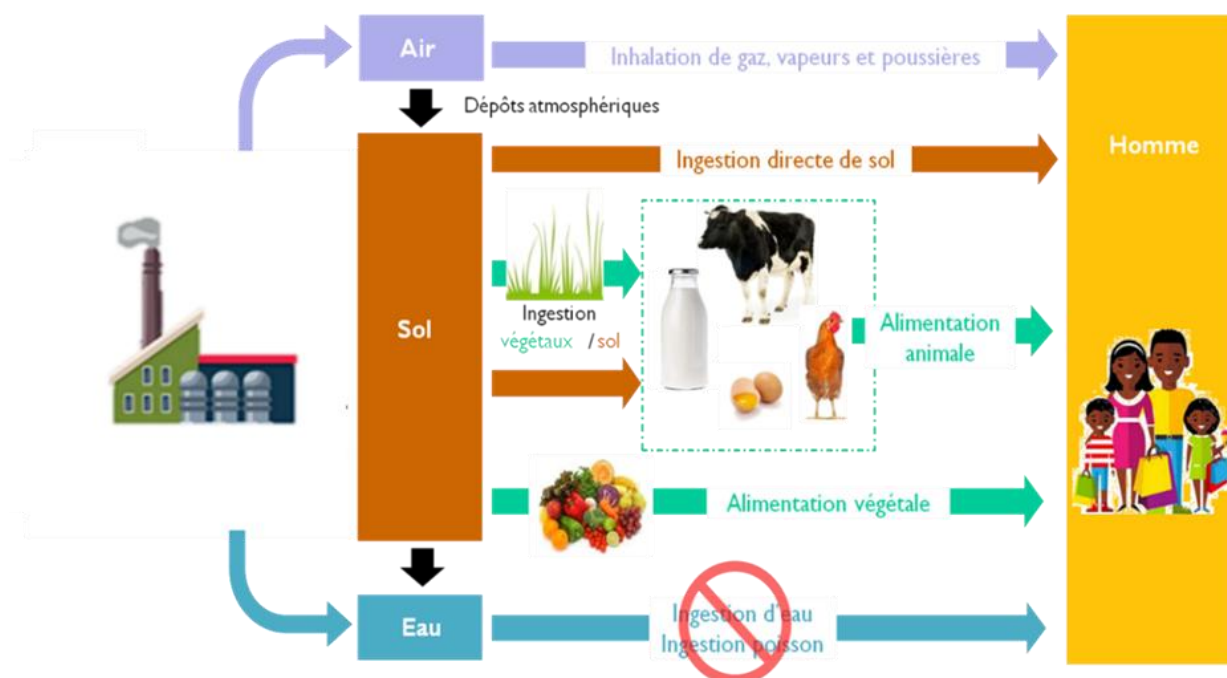


Figure 9 - Schéma conceptuel d'exposition considéré dans le cadre de cette étude

5.4.5 CALCUL DES DOSES D'EXPOSITION PAR INHALATION

De manière générale, l'exposition d'une population est déterminée à partir du calcul de la concentration moyenne inhalée (CMI) en chaque substance, selon l'équation générale suivante :

Équation 1 :

$$CMI = \sum_i (C_i \cdot T_i) \cdot F \cdot \left(\frac{DE}{T_m} \right)$$

Avec :

CMI : Concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

Ci : Concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps Ti ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

Ti : Taux d'exposition à la concentration Ci pendant une journée (-)

F : Fréquence ou taux d'exposition annuel (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours) (-)

DE : Durée d'exposition, intervient uniquement dans le calcul des risques des polluants sans effet de seuil (années)

Tm : Période sur laquelle l'exposition est moyennée (années), intervient uniquement pour les effets sans seuil où cette variable est assimilée à la durée de la vie entière (Tm est pris égal à 70 ans)

5.4.5.1 Paramètres d'exposition retenus

Seul un scénario « **habitant majorant** » est retenu. Il correspond à l'exposition de l'habitation la plus impactée.

Dans la mesure où :

- les travailleurs tiers se situant à proximité du site étudié sont moins impactés que l'habitation la plus exposée,
- et que les paramètres d'exposition du scénario « habitant majorant » sont plus conservateurs que ceux classiquement retenus dans le cas d'un scénario « travailleurs tiers ».

Il n'a pas été jugé nécessaire d'étudier un scénario « travailleurs tiers ».

Les paramètres d'exposition retenus pour ce scénario sont définis ci-dessous :

Taux d'exposition (Ti)

Ne disposant d'aucune donnée locale sur le budget espace-(activités)-temps des populations présentes sur la zone d'étude, nous considérons par défaut que la fraction de temps Ti est égale à 1 (et ce dans le cas d'expositions aiguës et chroniques) ; ce qui signifie que les individus sont exposés 100 % du temps aux seules concentrations Ci des polluants émis par les installations étudiées en projet.

$$T_{\text{population générale}} = 1$$

Fréquence d'exposition (F)

En raison du manque de données sur les caractéristiques propres à la population locale, il est considéré, dans une hypothèse majorante, que l'ensemble des individus exposés restent à proximité de leur domicile.

$$F_{\text{population générale}} = 1$$

Durée d'exposition (DE)

Pour les substances à effet sans seuil, la durée d'exposition (DE) est à intégrer au calcul de CMI. Une étude sur le temps de résidence des Français (basée sur la durée des abonnements privés à Electricité de France) (Nedellec *et al.*, 1998)¹² montre, que pour les données de 1993, 90 % de la population investiguée reste au plus 30 ans dans la même résidence (30 ans correspond au percentile 90 des durées d'exposition obtenues). Par ailleurs, la valeur de 30 ans est celle souvent utilisée par l'US-EPA dans les scénarios dits résidentiels (95^{ème} percentile des durées de résidence aux Etats-Unis) (EPA, 1997)¹³. Une durée d'exposition vie entière de 30 ans est donc retenue dans l'ERS.

$$DE_{\text{population générale}} = 30 \text{ ans}$$

Estimation des concentrations en polluants à l'intérieur et à l'extérieur des locaux (Ci)

En l'absence de données sur le taux de pénétration des polluants émis par les installations étudiées, nous supposons que leur concentration dans l'air (paramètre Ci de l'*Équation 1*) des milieux intérieurs (habitations par exemple) est la même que celle obtenue à l'extérieur.

$$C_{i \text{ intérieur}} = C_{i \text{ extérieur}}$$

En réalité, le taux de pénétration des polluants dans les intérieurs n'est pas de 100 % et il est variable d'un polluant à l'autre. Pour certaines substances (dioxyde de soufre, poussières), les concentrations en intérieur sont susceptibles d'être inférieures aux concentrations en extérieur du fait des capacités de filtration des bâtiments (cas des poussières) (Mosqueron et Nedellec, 2001)¹⁴. Pour d'autres (COV), les concentrations en intérieur sont susceptibles d'être supérieures aux concentrations en extérieur, notamment en raison de la présence de source(s) d'émission à l'intérieur des locaux. Enfin, certaines substances (dioxyde d'azote) sont retrouvées dans des concentrations équivalentes à l'intérieur et à l'extérieur.

Le Tableau 38 synthétise les paramètres relatifs aux scénarios d'exposition retenus pour la voie respiratoire.

¹² Nedellec V., Courgeau D., Empereur-Bissonnet P., *Energies santé*, 1998 (vol. 9, n°4, pp. 503-515), La durée de résidence des Français et l'évaluation des risques liés aux sols pollués.

¹³ Environmental Protection Agency (EPA), 1997, *Exposure Factors Handbook*, volume 1 : General Factors.

¹⁴ Mosqueron L. et V. Nedellec, 2001, *Observatoire de la qualité de l'air intérieur*, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments, 173 p.

Tableau 38. Paramètres retenus pour les deux scénarios d'exposition

Nom du scénario	Point retenu pour la caractérisation du risque	Voies d'exposition	Durée d'exposition	Durée d'exposition
Habitant majorant	Point habité le plus impacté sur le domaine d'étude	Respiratoire	Chronique et aigue	24 heures/24 365 jours/an 30 ans
		Orale	Chronique	

5.4.5.2 Estimation des concentrations en substances dans l'air (Ci)

La modélisation de la dispersion permet de visualiser et de quantifier la redistribution dans l'environnement des substances émises par l'installation, dont les risques peuvent être caractérisés. Dans les calculs de dispersion dont les hypothèses figurent en Annexe 5, les concentrations dans l'air (Ci) de ces polluants ont été estimées à l'aide du modèle gaussien ADMS version 6.

Les concentrations à l'émission modélisées sont présentées dans le paragraphe 2.

■ Résultats de l'étude de dispersion

L'étude de dispersion a pour objectif de se rendre compte de la variabilité spatiale des niveaux d'exposition induits par les émissions du projet étudié. Les figures suivantes présentent cette variabilité et localisent les sites fréquentés par la population les plus impactés dans le domaine d'étude.

Les figures suivantes présentent la variabilité spatiale d'exposition associée à :

- une exposition moyenne annuelle,
- une exposition maximale journalière,
- une exposition maximale horaire.

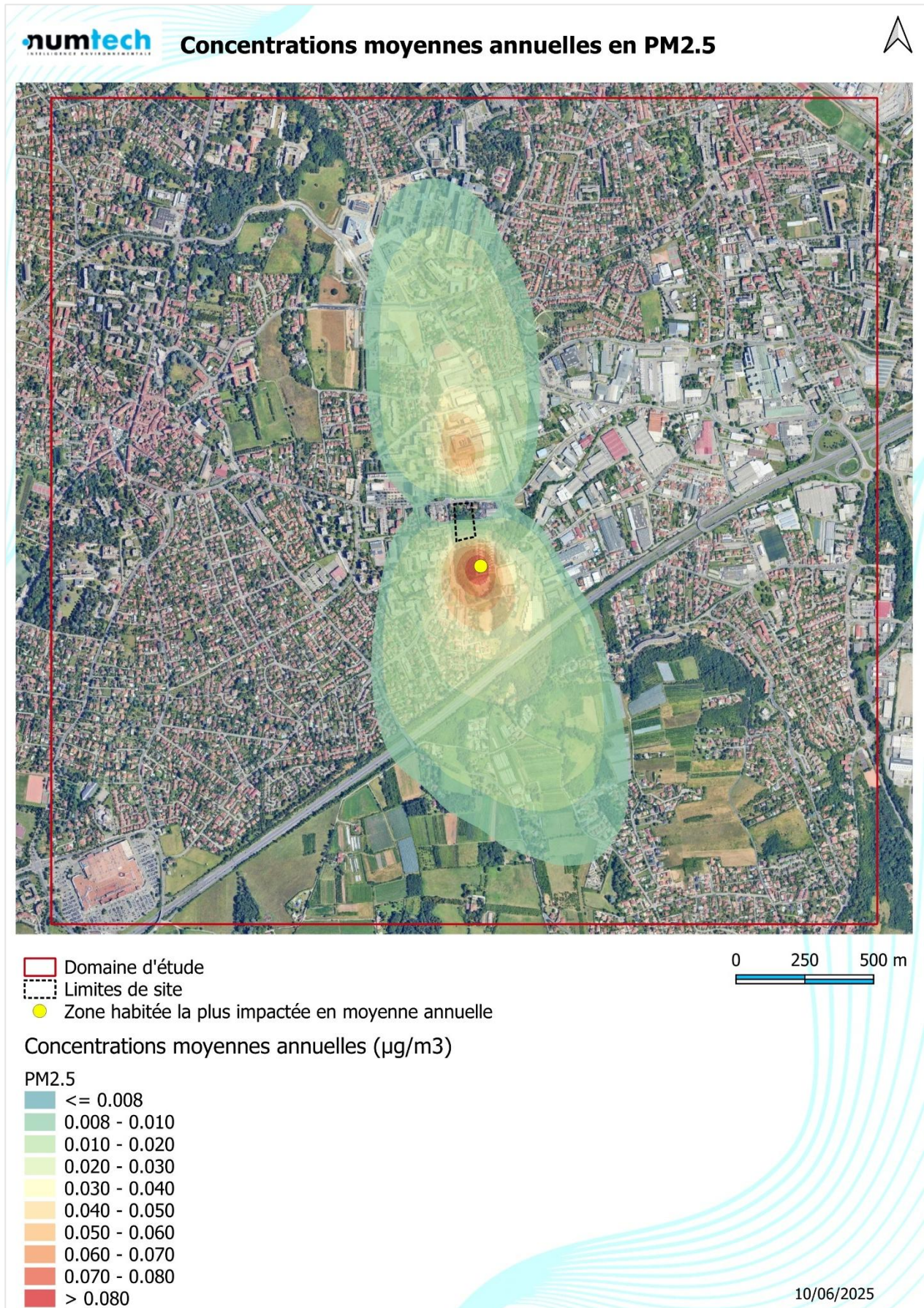


Figure 10 – Variabilité spatiale de l'exposition moyenne annuelle (cas des PM2.5)

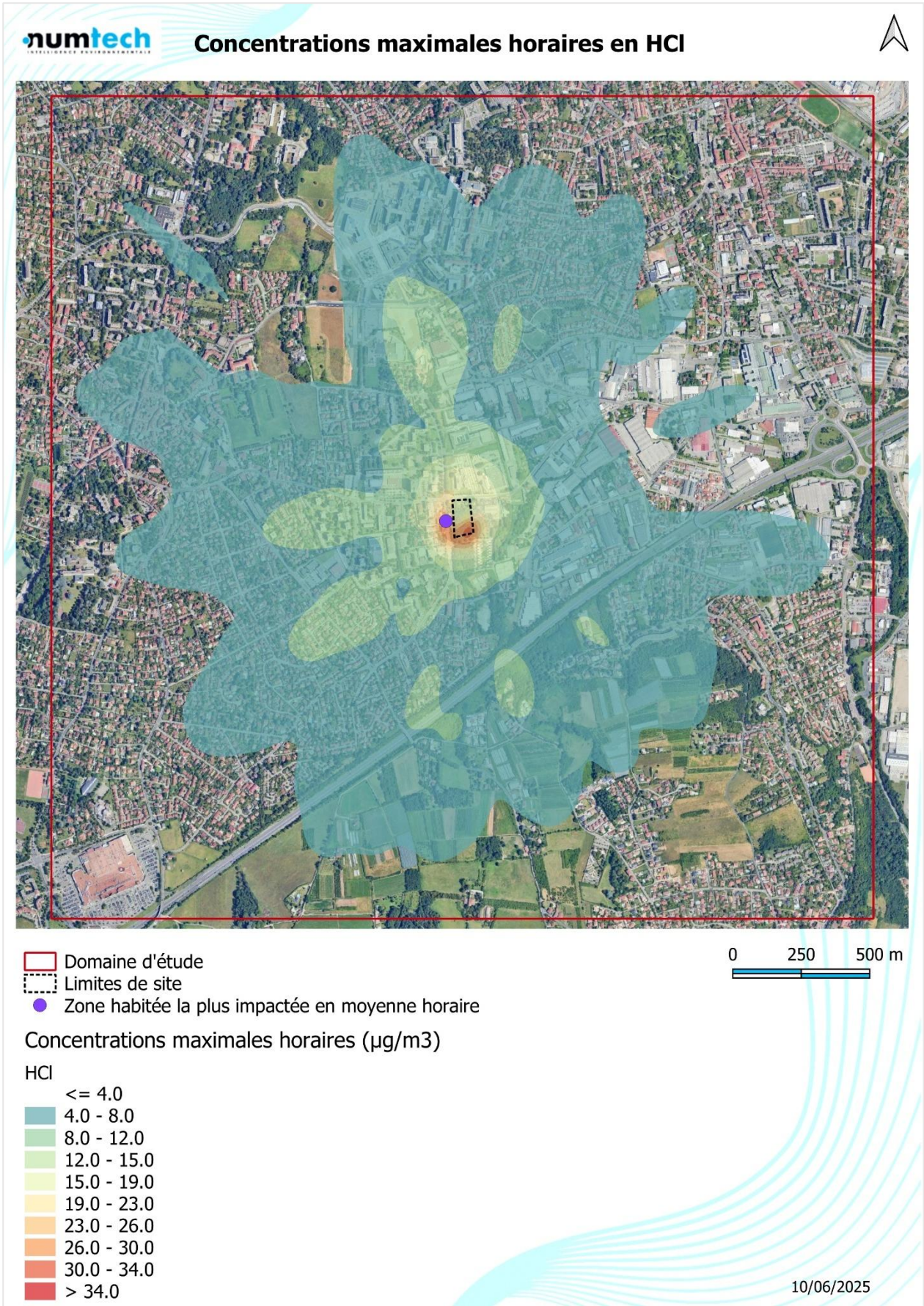


Figure 11 – Variabilité spatiale de l'exposition maximale horaire (cas du HCl)

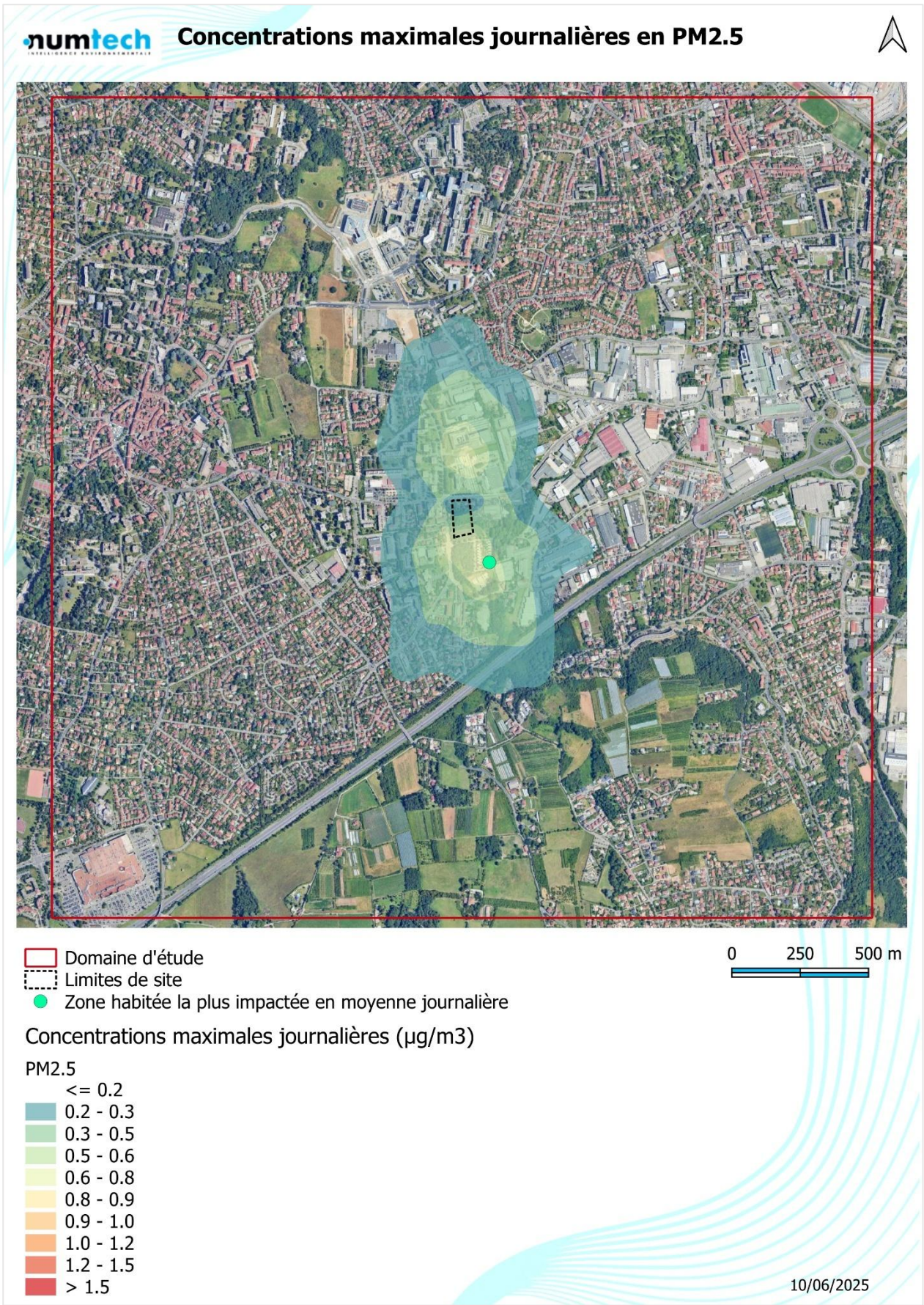


Figure 12 – Variabilité spatiale de l'exposition maximale journalière (cas des PM2.5)

En exposition chronique, le point fréquenté le plus impacté représenté sur la Figure 10 est situé à une centaine de mètres au sud des limites du site.

En exposition aigue, le point le plus impacté varie en fonction de la durée d'exposition (horaire et journalière). Ces points sont localisés sur les Figure 11 et Figure 12. Dans le cas d'une exposition horaire, le point le plus impacté est situé à environ 30m à l'ouest des limites de site. Dans le cas d'une exposition journalière, le point le plus impacté est situé à environ 120m au sud des limites de site.

Le tableau suivant présente les concentrations maximales aigües et les concentrations moyennes annuelles maximales obtenues sur le domaine d'étude. L'Annexe 4 présente les cartographies de dispersion obtenues pour certains des polluants, afin d'illustrer la décroissance des concentrations sur le domaine d'étude.

Tableau 39. Concentrations atmosphériques maximales (Ci, µg/m³) obtenues sur le domaine d'étude pour les substances retenues dans l'ERS

Substances	Scénario Habitant majorant		
	Concentration moyenne annuelle	Concentration maximale horaire	Concentration maximale journalière
CO	2.7E+00	1.8E+02	-
SO ₂	1.8E+00	-	1.6E+01
HCl	5.4E-01	3.5E+01	-
HF	1.8E-01	1.2E+01	-
NO ₂	1.9E+00	1.2E+02	1.8E+01
PM ₁₀	6.4E-02	-	6.1E-01
PM _{2.5}	8.5E-02	-	7.4E-01
NH ₃	3.6E-01	-	3.2E+00
BaP	1.7E-04		
PCDD	1.7E-09		
HgCl	9.0E-04		-
MHg	9.0E-04		-
Cd	8.5E-04		7.4E-03
Tl	8.5E-04		
As	3.0E-03		
Se	1.9E-03		
Te	0.0E+00		
Pb	1.7E-02		
Sb	1.0E-03		9.0E-03
CrIII	2.3E-03		
CrVI	4.6E-04		
Cobalt	8.5E-04		
Cu	6.4E-02		
Sn	3.0E-03		
Mn	2.1E-01		
Ni	4.3E-03		

V	1.3E-04		1.1E-03
Zn	5.5E-02		
Formaldéhyde	2.6E-01	1.7E+01	
Benzène	2.5E-01		2.3E+00
Acroleine	1.2E-01		1.1E+00
Styrène	1.1E-01	7.5E+00	-
Toluène	5.5E-02		5.0E-01
Acétaldéhyde	5.0E-02	3.3E+00	
1,2-dibromoéthane	3.3E-03		
Phénol	3.0E-03		
Tétrachlorure de carbone	2.7E-03	1.8E-01	
Tétrachloroéthylène	2.3E-03		2.1E-02
Chlorobenzène	2.0E-03		
1,2-Dichloropropane	2.0E-03		1.8E-02
Propionaldéhyde	1.9E-03		
Ethylbenzène	1.9E-03		1.7E-02
1,2-Dichloroéthane	1.7E-03		
trichlorométhane (Chloroforme)	1.7E-03		1.5E-02
o-Xylene	1.5E-03		1.4E-02
Chlorure de vinyle	1.1E-03		9.7E-03
Isobutyraldéhyde	7.2E-04		

5.4.6 CALCUL DES DOSES D'EXPOSITION PAR INGESTION

Pour la voie d'exposition orale, la quantité de composé chimique administrée *via* un milieu donné, correspond à la dose journalière d'exposition (DJE) qui s'exprime selon l'équation suivante :

Équation 2 :

$$DJE_i = \left(\frac{C_i \cdot Q_i \cdot F}{P} \right) \cdot \frac{DE}{T_m}$$

Avec :

DJE_i : Dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i (mg.kg⁻¹.jour⁻¹)

C_i : Concentration d'exposition liée au milieu i (alimentation, sol) (mg.kg⁻¹)

F : Fréquence d'exposition : fraction du nombre annuel d'unités de temps d'exposition (heures ou jours) sur le nombre d'unités de temps de l'année (-)

Q_i : Quantité de milieu i administrée par voie orale par unité de temps d'exposition (mg/jour)

P : Masse corporelle de la cible (kg)

DE : Nombre d'années d'exposition ; facteur intervenant uniquement pour les polluants à effets sans seuil de dose (années)

T_m : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (assimilée à la durée de la vie entière) ; facteur intervenant uniquement pour les polluants à effets sans seuil de dose (années) (T_m est généralement pris égal à 70 ans)

Si, pour la voie d'exposition orale plusieurs médias (i) sont concernés, une DJE totale pour la voie orale peut être calculée en sommant l'ensemble des DJE correspondantes à chaque média d'exposition :

Équation 3 :

$$DJE_j = \sum_i DJE_i$$

Avec :

DJE_j : Dose journalière d'exposition par ingestion (mg.kg⁻¹.jour⁻¹)

DJE_i : Dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i (mg.kg⁻¹.jour⁻¹)

Pour estimer les doses journalières d'exposition associées à chacun des médias retenus, il faut renseigner dans l'Équation 2, l'ensemble des paramètres d'exposition (F, P, DE, etc.) pour tenir compte des conditions d'exposition des populations considérées dans l'EQRS. Cette équation permet la prise en compte de différentes classes d'âges afin de considérer les paramètres physiologiques et les quantités d'aliments ingérées qui varient selon l'âge.

De manière générale, pour chaque média d'exposition i retenu, la concentration en polluant C_i est estimée grâce à des équations de transfert multimédias. De telles équations, spécifiquement adaptées aux transferts de polluants atmosphériques, sont disponibles via le modèle MODUL'ERS de l'Ineris. MODUL'ERS constitue une méthodologie de référence pour estimer les transferts de polluants atmosphériques vers différents compartiments de l'environnement (sol, légumes, fruits, viande bovine, lait, viande de volailles, œufs, etc.).

Les données d'entrée principales de l'outil MODUL'ERS sont les dépôts au sol estimés pour les polluants atmosphériques. La figure suivante présente le schéma conceptuel d'exposition retenu dans l'étude schématisé par MODUL'ERS. Ce schéma montre sur la diagonale les différents médias d'exposition considérés. En bas à droite figure le module « Niveau d'exposition-Risque » qui synthétise l'ensemble des doses d'exposition induites par les différents médias considérés.

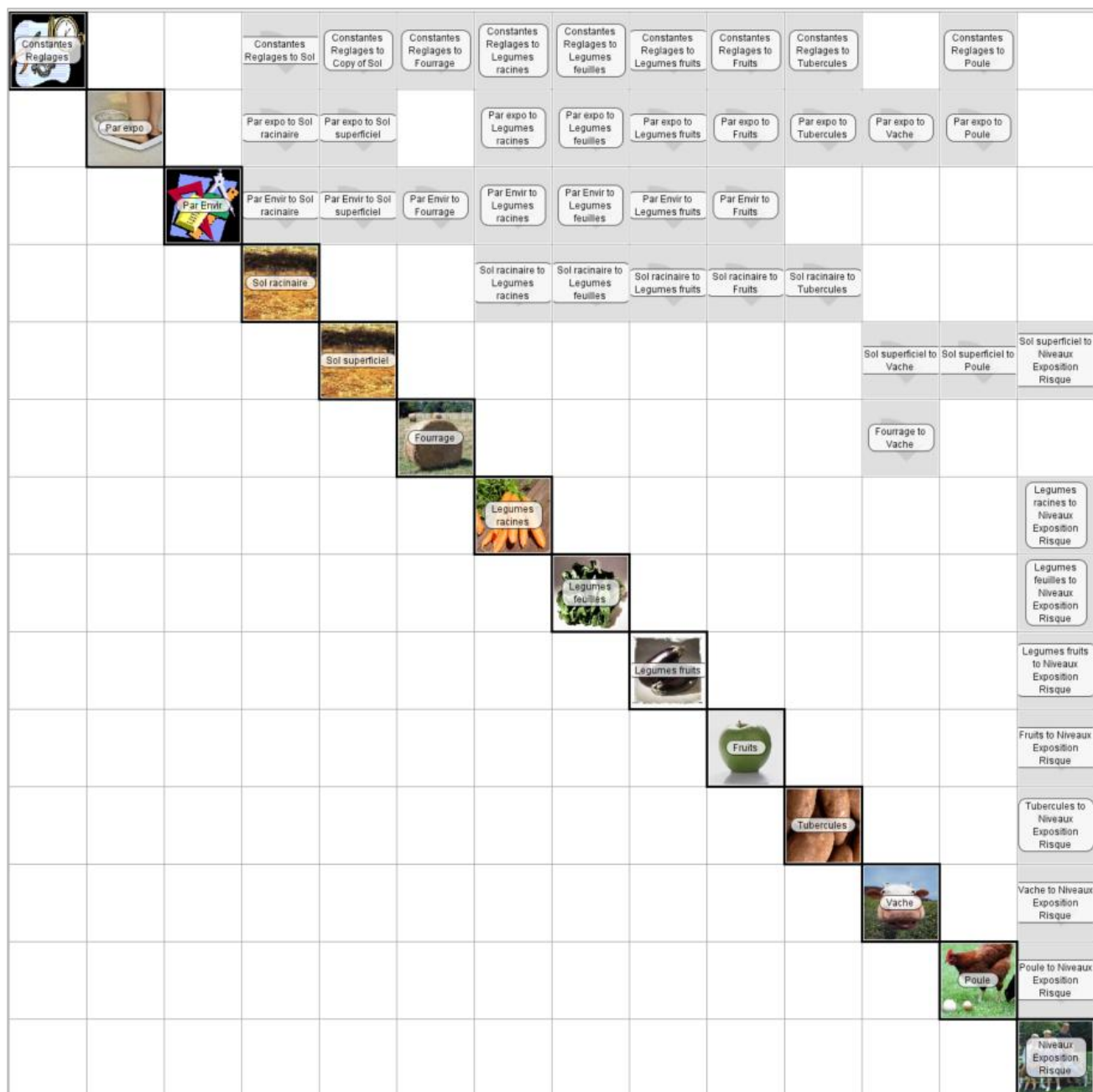


Figure 13. Modèle d'exposition selon l'outil MODULERS

5.4.6.1 Définition du scénario d'exposition

Dans une approche majorante, il a été posé comme hypothèse qu'une partie des aliments consommés par les populations riveraines du projet provenait de la zone habitée la plus impactée par les dépôts de substances. Le choix d'étudier un scénario ingestion à partir de l'exposition à des produits animaux et végétaux issus de la zone habitée la plus impactée est majorant et fictif puisque l'ensemble des denrées alimentaires consommé localement ne peut pas être produit en un point. Il a été fait le choix de considérer une zone habitée et non pas une zone de culture car la zone habitée identifiée est plus impactée que les zones de culture présentes dans le domaine d'étude.

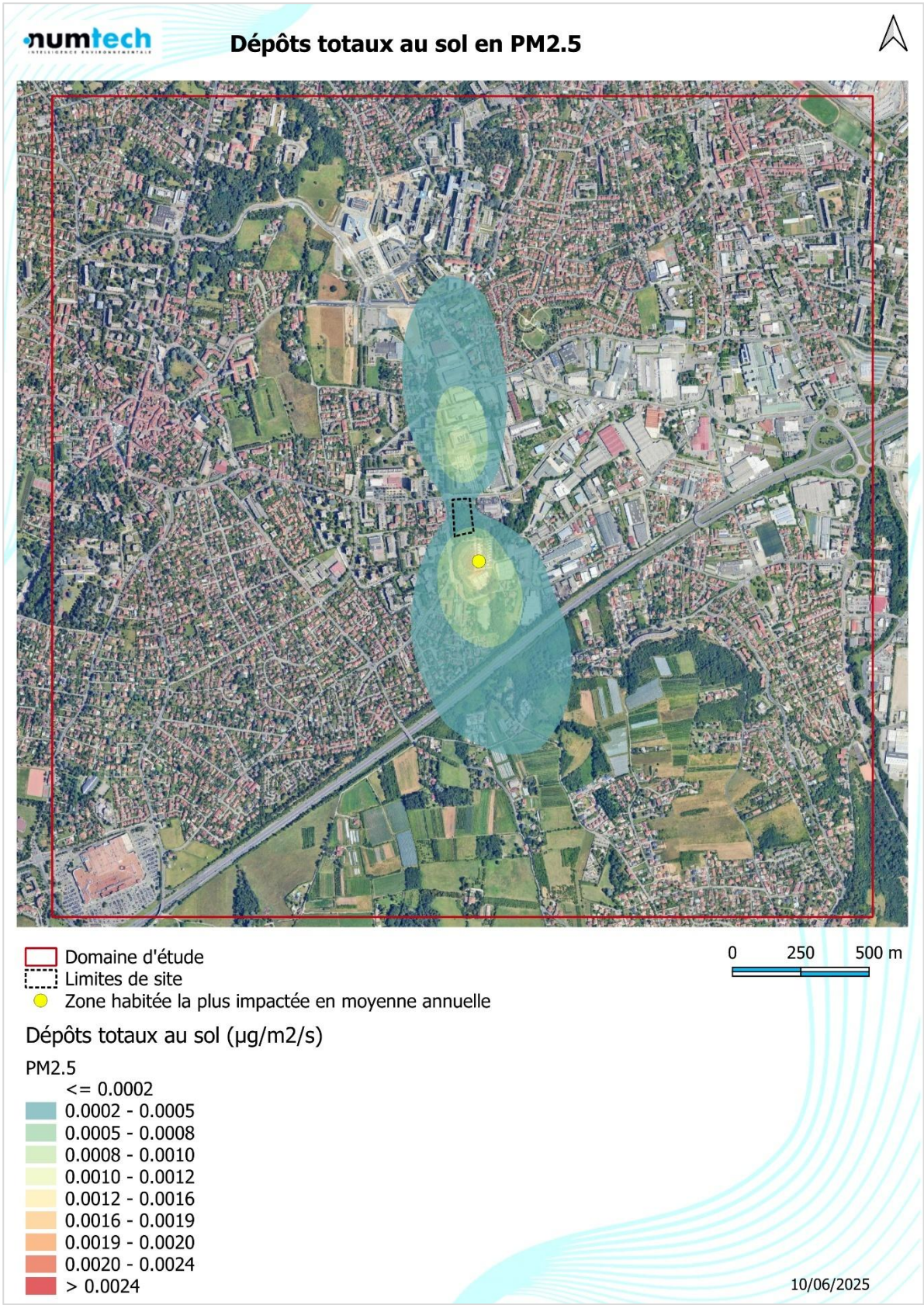


Figure 14. Variabilité spatiale des dépôts atmosphériques en PM2.5 et localisation du site exploité pour la culture d'aliments le plus impacté

Comme indiqué sur la Figure 14, la quantité de dépôts atmosphériques induits par le site varie en fonction de la zone géographique, toutefois, il est possible d'identifier des espaces où ces dépôts sont les plus élevés et où la culture d'aliments destinés à la consommation humaine est présente (ou non exclue). A l'aide des résultats de dispersion relatifs aux dépôts atmosphériques, une zone habitée située au sud à quelques centaines de mètres du site d'implantation du projet est retenue pour l'estimation de l'exposition liée à l'autoconsommation (action de produire et de consommer des aliments).

Bien que la Figure 14 présente les dépôts atmosphériques associés aux $PM_{2.5}$, ces résultats peuvent être extrapolés aux dépôts atmosphériques des métaux, HAP et dioxines-furanes, en effet, même si les niveaux de dépôts sont différents car les émissions diffèrent, la variabilité spatiale des niveaux de dépôts associés aux autres polluants particuliers est sensiblement la même que celle estimée pour les $PM_{2.5}$.

Les valeurs de dépôts atmosphériques obtenus au niveau du site ingestion sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 40. Dépôts atmosphériques obtenus au niveau du site ingestion

Substances	Dépôt total	unité
BaP	2.8E-09	mg/m ² /s
PCDD	2.8E-14	mg/m ² /s
HgCl	1.4E-08	mg/m ² /s
MHg	1.4E-08	mg/m ² /s
Cd	1.4E-08	mg/m ² /s
As	5.0E-08	mg/m ² /s
Pb	2.8E-07	mg/m ² /s
Co	1.4E-08	mg/m ² /s
Mn	3.5E-06	mg/m ² /s
Ni	7.2E-08	mg/m ² /s

5.4.6.2 Paramètres du scénario d'exposition

Sont présentées ici les valeurs paramétriques choisies pour l'application de l'Équation 2.

Comme dans le cas de la voie d'exposition respiratoire, on considère une fréquence d'exposition de 100% ($F = 1$ pour les expositions chroniques).

Pour la voie d'exposition orale, la durée d'exposition retenue (DE) est identique à celle retenue pour l'inhalation, soit 30 ans (pour un temps de pondération, T_m , pris égal à 70 ans) (DE = 30 ans).

5.4.6.3 Quantités de sol et d'aliments ingérées (Q_i)

Les quantités d'aliments ingérés sont issus de la base de données disponibles dans l'outil MODUL'ERS utilisé dans l'étude. Ces données se basent sur une analyse de la littérature disponible par l'Ineris. L'ensemble de ces informations est disponible en Annexe 6 relative à la modélisation dans la chaîne alimentaire.

Il est important de préciser que l'hypothèse majorante selon laquelle les substances s'accumulent dans les sols dans le temps a été considérée. Les phénomènes de perte biotique ou abiotique ont été considérés comme nuls (dégradation ou perte par ruissellement). Cette hypothèse majorante est souvent considérée dans le cadre d'ERS par les évaluateurs de risque en première approche.

5.4.6.4 Estimation des doses journalières d'exposition

La DJE retenue pour la caractérisation des risques correspond à celle obtenue après 30 ans de fonctionnement de l'installation.

Le Tableau 41 présente les doses journalières d'exposition (DJE) cumulées (pour l'ensemble des médias d'exposition considérés) par classe d'âge.

Tableau 41. DJE cumulées maximales obtenues après 30 ans de fonctionnement (mg/kgPC/j)

Classe d'âge (année)	PCDD	As	BaP	Cd	Co
0 - 1	6.3E-11	1.8E-05	4.5E-06	1.7E-05	1.2E-05
1 - 3	1.2E-10	3.1E-05	8.6E-06	2.8E-05	2.1E-05
3 - 6	7.5E-11	2.2E-05	5.7E-06	1.8E-05	1.2E-05
6 - 11	4.7E-11	1.4E-05	3.6E-06	1.1E-05	7.7E-06
11 - 15	2.7E-11	6.8E-06	2.2E-06	7.6E-06	3.7E-06
15 - 18	2.0E-11	5.5E-06	1.7E-06	6.2E-06	2.7E-06
18 et +	1.9E-11	5.5E-06	1.7E-06	5.9E-06	2.6E-06

Classe d'âge (année)	HgCl	MHg	Mn	Ni	Pb
0 - 1	1.5E-05	7.8E-06	1.6E-03	2.1E-04	3.1E-04
1 - 3	2.6E-05	1.2E-05	2.3E-03	4.1E-04	6.2E-04
3 - 6	1.6E-05	7.5E-06	1.6E-03	2.3E-04	4.5E-04
6 - 11	9.9E-06	4.7E-06	1.0E-03	1.5E-04	2.8E-04
11 - 15	5.2E-06	2.4E-06	4.9E-04	7.5E-05	1.8E-04
15 - 18	3.9E-06	1.8E-06	3.9E-04	5.4E-05	1.5E-04
18 et +	3.7E-06	2.0E-06	4.7E-04	4.7E-05	1.6E-04

Le détail des résultats obtenus est disponible en Annexe 6.

5.5 Caractérisation des risques sanitaires

La caractérisation des risques consiste à confronter les doses auxquelles les populations sont exposées avec les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sanitaires associés à une substance sont estimés de façon différente selon la voie d'exposition (inhalation ou ingestion), la durée d'exposition (aiguë ou chronique) et selon le type d'effet qu'engendre le composé considéré (effets cancérogènes ou non cancérogènes le plus souvent).

5.5.1 METHODE

Comme recommandé dans la mise à jour 2021 du guide Ineris, la caractérisation des risques ne porte que sur les émissions de l'installation étudiée, par conséquent, les niveaux de fond ne sont pas exploités à ce stade de l'étude.

5.5.2 QUOTIENTS DE DANGER POUR LES SUBSTANCES A EFFETS A SEUIL DE DOSE

Pour les polluants à effets à seuil de dose (principalement des effets non cancérogènes), le dépassement de la VTR sélectionnée suite à l'exposition considérée peut entraîner l'apparition de l'effet critique associé à la VTR. Ceci peut être quantifié en faisant le rapport entre la dose d'exposition (CMI ou DJE) et la VTR associée. Ce rapport est appelé quotient de danger (QD) et s'exprime selon la relation suivante :

Équation 4 :

$$QD = \frac{CMI}{VTR} \quad \text{voie respiratoire} \qquad QD = \frac{DJE}{VTR} \quad \text{voie orale}$$

Avec :

QD : Quotient de danger associé à la voie d'exposition considérée (-)

CMI : Concentration moyenne inhalée par la voie respiratoire ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

DJE : Dose journalière d'exposition pour la voie ingestion ($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)

VTR : Valeur toxicologique de référence retenue (unité : $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ pour la voie inhalation et $\text{mg} \cdot \text{kg} \text{ poids corporel}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$)

Si le QD est inférieur à 1, alors l'exposition considérée ne devrait pas entraîner l'effet toxique associé à la VTR. Un QD supérieur ou égal à 1 signifie que les personnes exposées peuvent développer l'effet sanitaire indésirable associé à la VTR.

5.5.3 EXCES DE RISQUE INDIVIDUEL POUR LES SUBSTANCES A EFFETS SANS SEUIL DE DOSE

Pour les effets sans seuil de dose, on calcule un « excès de risque individuel » (ERI) de développer l'effet associé à la VTR (appelée aussi souvent ERU : excès de risque unitaire). L'ERI représente, pour les individus exposés, la probabilité supplémentaire de survenue de l'effet néfaste (comme un cancer) induit par l'exposition à la substance considérée durant la vie entière.

Pour la voie d'exposition respiratoire, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par inhalation (ERUi) par la concentration moyenne inhalée vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps). Pour la voie d'exposition orale, l'ERI est calculé en multipliant l'excès de risque unitaire par ingestion (ERUo) par la dose journalière d'exposition (DJE) durant la vie entière (ou pondérée sur une autre unité de temps).

Équation 5 :
$$ERI_i = CMI \cdot ERU_i$$

Avec :

ERI : Excès de risque individuel pour la voie d'exposition inhalation (-)

ERUi : Excès de risque unitaire pour la voie d'exposition inhalation $(\text{mg.m}^{-3})^{-1}$ ou $(\mu\text{g.m}^{-3})^{-1}$

CMI : Concentration moyenne inhalée (mg.m^{-3}) ou $(\mu\text{g.m}^{-3})$

Il n'existe pas un niveau d'excès de risque individuel qui permette d'écarter les risques pour les populations exposées. Pour sa part, l'OMS utilise un seuil de 10^{-5} (un cas de cancer supplémentaire pour 100 000 personnes exposées durant leur vie entière) pour définir les Valeurs Guides de concentration dans l'eau destinée à la consommation humaine (Guidelines for drinking water quality) (OMS, 2004)¹⁵.

La circulaire du 8 février 2007 relative aux sites et sols pollués et aux modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués, du Ministère chargé de l'environnement¹⁶, et l'Ineris recommandent le niveau de risque, « usuellement retenu au niveau international par les organismes en charge de la protection de la santé », de 10^{-5} . A partir de ce niveau repère, les niveaux de risques peuvent être jugés « préoccupants » selon l'Ineris.

A noter que dans le cadre des études de zones, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) et l'Ineris proposent des seuils d'interprétation des QD et des ERI sous forme de fourchette^{17, 18}. Les seuils d'interprétation, valables aussi bien pour le respiratoire que l'ingestion sont les suivants :

- **Domaine d'action rapide : $ERI > 10^{-4}$ et $QD > 10$**
Les risques sont jugés suffisamment préoccupants pour faire l'objet de mesures de protection « rapides » tant environnementales que sanitaires.
- **Domaine de vigilance active : $10^{-5} < ERI < 10^{-4}$ et $1 < QD < 10$**
Les niveaux de risque sont sérieux mais jugés moins préoccupants et demandent un approfondissement de l'analyse de la situation avant toute prise de décision en matière de gestion
- **Domaine de conformité : $ERI < 10^{-5}$ et $QD < 1$**
Les niveaux de risques sont considérés comme non préoccupants et il n'est pas nécessaire de mettre en place des mesures de gestion particulières, en sus de celles qui existent déjà et relevant du principe général de maîtrise des émissions.

5.5.4 EXPOSITION PAR VOIE RESPIRATOIRE

5.5.4.1 Exposition aiguë

Pour les substances retenues pour une exposition aiguë, un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé par application de l'Équation 4 sur l'ensemble du domaine d'étude (Tableau 42).

¹⁵ Organisation mondiale de la santé (OMS), 2004, Guidelines for Drinking-water Quality, third edition, Volume 1, 540 p.

¹⁶ Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, 2007, Circulaire du 08/02/07 relative aux sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués.

¹⁷ Haut Conseil de la Santé Publique. 2011, Evaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone.

¹⁸ Ineris, 2011. Guide pour la conduite d'une étude de zone. DRC-11-115717-01555B

Tableau 42. Quotients de danger et comparaison aux VTR pour une exposition aiguë

Substances	VTR (µg/ m³)	Scénario Habitant Majorant	
		Niveau d'exposition (µg/ m³)	QD (-)
CO	30000	1.8E+02	5.8E-03
SO ₂	30	1.6E+01	5.3E-01
HCl	2100	3.5E+01	1.7E-02
HF	16.4	1.2E+01	7.1E-01
NH ₃	5900	3.2E+00	5.4E-04
Cd	0.03	7.4E-03	2.5E-01
Sb	1	9.0E-03	9.0E-03
V	0.8	1.1E-03	1.4E-03
Formaldéhyde	123	1.7E+01	1.4E-01
Benzène	30	2.3E+00	7.6E-02
Acroléine	6.9	1.1E+00	1.6E-01
Styrène	21500	7.5E+00	3.5E-04
Toluène	21000	5.0E-01	2.4E-05
Acétaldéhyde	3000	3.3E+00	1.1E-03
Tétrachlorure de carbone	1900	1.8E-01	9.4E-05
Tétrachloroéthylène	1380	2.1E-02	1.5E-05
1,2- Dichloropropane	92.42	1.8E-02	1.9E-04
Ethylbenzène	22000	1.7E-02	7.6E-07
trichlorométhane (Chloroforme)	488	1.5E-02	3.1E-05
o-Xylene	8700	1.4E-02	1.6E-06
Chlorure de vinyle	1300	9.7E-03	7.5E-06

D'après les résultats obtenus, les émissions du projet ne sont pas susceptibles d'induire de risque sanitaire associé à une exposition aiguë, quelle que soit la substance (QD<1).

Pour les substances ne disposant pas de VTR, à savoir le NO₂ et les poussières PM₁₀ et PM_{2,5}, une comparaison aux valeurs guides de l'OMS est réalisée.

Tableau 43. Comparaison aux VG pour une exposition aiguë

Substances	VG (µg/ m³)	Scénario Majorant	
		Niveau d'exposition (µg/ m³)	Conclusion
NO ₂	200	116.3	< VG
NO ₂	25	18.2	< VG
PM ₁₀	45	0.61	< VG
PM _{2,5}	15	0.74	< VG

Concernant les substances disposant d'une valeur guide mais pas de VTR, l'exposition induite par les rejets du projet restent inférieure aux valeur-guides retenues ($cc^{\circ} < VG$).

5.5.4.2 Expositions chroniques

■ Effets à seuil de dose

Pour chaque traceur à effet à seuil de dose retenu dans le cas d'exposition chronique respiratoire, un calcul de quotient de danger (QD) est réalisé par application de l'Équation 4 (Tableau 44).

Tableau 44. Quotients de danger obtenus pour une exposition chronique

Substances	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Scénario Habitant Majorant	
		Niveau d'exposition ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QD (-)
HCl	20	5.4E-01	2.7E-02
HF	14	1.8E-01	1.3E-02
NH ₃	500	3.6E-01	7.2E-04
BaP	0.002	1.7E-04	8.5E-02
PCDD	0.00004	1.7E-09	4.3E-05
HgCl	0.03	9.0E-04	3.0E-02
Cd	0.45	8.5E-04	1.9E-03
Cd (risque cancérigène)	0.3	8.5E-04	2.8E-03
As	0.015	3.0E-03	2.0E-01
Se	20	1.9E-03	9.6E-05
Pb	0.9	1.7E-02	1.9E-02
Sb	0.3	1.0E-03	3.4E-03
CrIII	0.1	2.3E-03	2.3E-02
CrVI	0.008	4.6E-04	5.7E-02
Cobalt	0.1	8.5E-04	8.5E-03
Cu	1	6.4E-02	6.4E-02
Sn		3.0E-03	
Mn	0.3	2.1E-01	7.0E-01
Ni	0.02	4.3E-03	2.2E-01
V	0.1	1.3E-04	1.3E-03
Formaldéhyde	123	2.6E-01	2.1E-03
Benzène	10	2.5E-01	2.5E-02
Acroléine	0.15	1.2E-01	8.2E-01
Styrène	8.60E+02	1.1E-01	1.3E-04
Toluène	19000	5.5E-02	2.9E-06
Acétaldéhyde	160	5.0E-02	3.1E-04
1,2-dibromoéthane	9.00E+00	3.3E-03	3.6E-04
Phénol	200	3.0E-03	1.5E-05

Tétrachlorure de carbone	1.10E+02	2.7E-03	2.4E-05
Tétrachloroéthylène	4.00E+02	2.3E-03	5.7E-06
Chlorobenzène	1.00E+03	2.0E-03	2.0E-06
1,2-Dichloropropane	4.00E+00	2.0E-03	4.9E-04
Propionaldéhyde	8.00E+00	1.9E-03	2.4E-04
Ethylbenzène	1500	1.9E-03	1.2E-06
1,2-Dichloroéthane	-	1.7E-03	-
trichlorométhane (Chloroforme)	6.30E+01	1.7E-03	2.7E-05
o-Xylene	100	1.5E-03	1.5E-05
Chlorure de vinyle	6.00E+01	1.1E-03	1.8E-05

D’après les résultats obtenus, les émissions du projet ne sont pas susceptibles d’induire des risques préoccupants pour la population riveraine (QD<1), et ce, quelle que soit la substance appréhendée.

Pour les substances ne disposant pas de VTR, à savoir le NO₂ et les poussières PM₁₀ et PM_{2.5}, une comparaison aux valeurs guides de l’OMS est réalisée.

Tableau 45. Comparaison aux VG pour une exposition chronique

Substances	VG (µg/m³)	Scénario Majorant	
		Niveau d’exposition (µg/m³)	Conclusion
NO ₂	10	1.9E+00	< VG
PM ₁₀	15	6.4E-02	< VG
PM _{2.5}	5	8.5E-02	< VG

Pour ces substances, l’exposition induite par les rejets du projet reste inférieure aux valeur-guides retenues (cc°<VG).

■ Effets sans seuil de dose (cancérigènes)

Pour chaque traceur à effets sans seuil de dose retenu dans le cas d’exposition chronique respiratoire, un calcul d’ERI est effectué à partir de l’Équation 5.

D’après les résultats obtenus (Tableau 46), les ERI estimés peuvent être qualifiés de non préoccupants selon la terminologie de l’Ineris, car inférieurs au seuil de 10⁻⁵ (un cas en excès pour 100 000 personnes exposées). Dans le cas particulier des poussières fines, l’ERI estimé considère la VTR de l’ANSES de janvier 2023. Ce niveau de risque doit être considéré à part des autres substances, l’ANSES indiquant qu’il n’existe pas de consensus sur le sujet au moment de la rédaction de leur expertise. Ce niveau d’ERI est par ailleurs inférieur à celui qui serait calculé à partir des valeurs guides de l’OMS.

Tableau 46. Détermination des ERI

Substances	VTR (µg/m3)	Scénario Habitant majorant	
		Exposition moyenne annuelle	ERI
PM _{2.5}	1.28E-02	8.5E-02	4.7E-04
BaP	6.00E-04	1.7E-04	4.4E-08
As	1.50E-04	3.0E-03	1.9E-07
Pb	1.20E-05	1.7E-02	8.7E-08
CrVI	4.00E-02	4.6E-04	7.8E-06
Co	7.70E-03	8.5E-04	2.8E-06
Ni	2.60E-04	4.3E-03	4.8E-07
Formaldéhyde	5.26E-06	2.6E-01	5.9E-07
Benzène	1.60E-06	2.5E-01	1.7E-07
Acétaldéhyde	2.20E-06	5.0E-02	4.7E-08
1,2-dibromoéthane	3.00E-04	3.3E-03	4.2E-07
Tétrachloroéthylène	2.60E-07	2.3E-03	2.5E-10
Ethylbenzène	2.50E-06	1.9E-03	2.0E-09
1,2-Dichloroéthane	3.40E-06	1.7E-03	2.5E-09
Chlorure de vinyle	3.80E-06	1.1E-03	1.7E-09

5.5.5 RESULTATS POUR LA VOIE DIGESTIVE

Dans les paragraphes ci-dessous, sont présentés les risques sanitaires liés à l'exposition par ingestion d'aliments et de sol contaminés par les seules émissions du projet.

5.5.5.1 Effets à seuil de dose

Tableau 47. Quotients de danger (QD) obtenus pour la voie digestive

Age	PCDD	As	BaP	Cd	Co
0 - 1	2.2E-01	4.0E-02	1.5E-02	4.9E-02	8.1E-03
1 - 3	4.2E-01	6.9E-02	2.9E-02	7.9E-02	1.4E-02
3 - 6	2.6E-01	5.0E-02	1.9E-02	5.2E-02	8.3E-03
6 - 11	1.6E-01	3.1E-02	1.2E-02	3.3E-02	5.2E-03
11 - 15	9.3E-02	1.5E-02	7.4E-03	2.2E-02	2.5E-03
15 - 18	6.9E-02	1.2E-02	5.7E-03	1.8E-02	1.8E-03
18 et +	6.6E-02	1.2E-02	5.8E-03	1.7E-02	1.8E-03

Age	HgCl	MHg	Mn	Ni	Pb
0 - 1	2.4E-02	3.9E-02	2.9E-02	7.5E-02	5.0E-01
1 - 3	4.4E-02	5.8E-02	4.2E-02	1.5E-01	9.9E-01

3 - 6	2.6E-02	3.8E-02	2.9E-02	8.3E-02	7.2E-01
6 - 11	1.6E-02	2.4E-02	1.8E-02	5.2E-02	4.5E-01
11 - 15	8.6E-03	1.2E-02	8.9E-03	2.7E-02	2.9E-01
15 - 18	6.4E-03	9.2E-03	7.1E-03	1.9E-02	2.4E-01
18 et +	6.2E-03	1.0E-02	8.6E-03	1.7E-02	2.5E-01

D'après les résultats obtenus, les émissions du projet ne sont pas susceptibles d'induire des risques préoccupants pour les populations (QD<1) lors d'ingestion de denrées alimentaires d'origine végétale ou animale produites au niveau du site ingestion (ou de sol local), quelles que soit la substance considérée et la classe d'âge

5.5.5.2 Effets sans seuil de dose (cancérigènes)

Dans le tableau suivant figurent les excès de risque individuels (ERI) obtenus pour la voie orale.

Tableau 48. Excès de risque individuels (ERI) obtenus pour la voie orale

Substance	VTR ($\mu\text{g/kg/j}$) ⁻¹	DJE ($\mu\text{g/kg/j}$)	ERI
As	1.50E-03	4.5E-03	6.82E-06
Pb	8.50E-06	1.0E-01	8.92E-07
BaP	1.00E-03	1.3E-03	1.29E-06

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessus montrent que lorsque les substances sont considérées distinctement pour la voie orale, les niveaux de risque qui leur sont associés peuvent être caractérisés d'acceptables ou de non préoccupants.

5.5.6 RISQUES CUMULES

Les risques cumulés correspondent aux effets sanitaires susceptibles d'être induits par l'exposition des populations à plusieurs substances simultanément. Actuellement, la démarche des ERS ne permet pas de prendre en compte la synergie ou l'antagonisme des effets. Par conséquent, comme indiqué dans les différents guides (InVS, Ineris) publiés en France, les risques cumulés sont appréhendés pour chaque système-cible *via* une simple addition des risques déterminés pour différentes substances pour chaque système-cible comme détaillé dans le Tableau 50.

Les paragraphes suivants précisent les méthodes d'estimation des risques cumulés pour les effets à seuil ou sans seuil de dose. Comme indiqué dans le guide de l'Ineris, rappelons toutefois que les critères d'acceptabilité fixés par la circulaire du 9 août 2013 s'appliquent aux résultats substance par substance, sans additionner les QD et les ERI. Pour la gestion des risques, la somme des QD et des ERI ne doit pas occulter la hiérarchisation des substances et des voies d'exposition. L'addition des indicateurs vient donc en complément de l'analyse des indicateurs individuels et de leur hiérarchisation.

5.5.6.1 Risques cumulés pour les effets à seuil de dose

■ Risques aigus

Selon les différentes VTR prises en compte dans le cadre de cette étude, 3 systèmes cibles différents sont susceptibles d'être atteints suite à une exposition aigue simultanée à plusieurs substances. Pour ces différents systèmes cibles, les sommes de risques sont présentées en Tableau 49.

Tableau 49. Sommes de QD aigus selon le système cible

Systèmes cibles	Substances (voie)	Somme des QD Scénario habitant majorant
Respiratoire	SO ₂ , HCl, HF, Formaldéhyde, Acroléine, Acétaldéhyde, 1,2-Dichloropropane, Antimoine, Vanadium	1.6
Nerveux	Styrène, Toluène, Tétrachloroéthylène	0.0004
Reproductif et développemental	Tétrachlorure de carbone, Chlorure de vinyle	0.0001

D'après les résultats obtenus, les risques aigus cumulés induits par les seules émissions de l'installation, dépassent la valeur-seuil de 1 pour le système respiratoire. Dans cette somme, le SO₂ contribue à hauteur de 34% et le HF à hauteur de 45% du niveau de risque obtenu. Pour rappel, les critères d'acceptabilité fixés par la circulaire du 9 août 2013 ne sont applicables qu'aux résultats substances par substances. Les effets cumulés sont donnés à titre indicatif mais ne remettent pas en cause les conclusions de l'étude.

■ Risques chroniques

Selon les différentes VTR prises en compte dans le cadre de cette étude, 7 systèmes cibles différents sont susceptibles d'être atteints suite à une exposition simultanée à plusieurs substances considérées dans le cadre de cette étude aussi bien par voie respiratoire que digestive. Pour ces différents systèmes cibles, des sommes de risques sont présentées en Tableau 50. Dans une hypothèse simplificatrice les sommes de risques ont été calculées à partir des risques maximums obtenus pour chaque substance. Il s'agit d'une hypothèse susceptible d'être majorante dans la mesure où les populations les plus exposées par voie respiratoire ne sont pas forcément les mêmes que celles consommant les produits alimentaires produits localement.

Tableau 50. Sommes de QD chroniques selon le système cible pour les 2 voies d'exposition confondues

Systèmes cibles	Substances (voie)	Somme des QD Scénario habitant majorant
Respiratoire	HCl(Resp.), NH ₃ (Resp.), Sb(Resp.), Cr(Resp.), Co(Resp.), Ni(Resp.), Formal(Resp.), Acroléine, 1,2-dibromoéthane, 1,2-Dichloropropane, Propionaldéhyde, V (Resp.), PCDD (Resp.)	1.2

Hématologique et immunitaire	Benzène(Resp.), Cu (Resp.), PCDD (Resp.)	0.09
Urinaire et rénal	Hg(Or.), Cd(Resp.&Or.), Pb(Resp.&Or.), Chloroforme, PCDD (Resp.)	1.2
Cardiovasculaire	Co(Or.), PCDD (Resp.)	0.01
Reproductif et développemental	Ni(Or.), BaP(Resp.), PCDD (Or.)	0.65
Nerveux	Hg(Resp.&Or.), As(Resp.), Mn(Resp.), Styène, Toluène, Phénol, Xylènes, BaP (Or.)	1.1
Hépatique	Tétrachlorure de carbone, Chlorobenzène, Chlorure de vinyle	0.00004

D'après les résultats obtenus, les risques chroniques cumulés à seuil de dose induits par les seules émissions de l'installation, et pour les 2 voies d'exposition confondues (respiratoire et orale), sont susceptibles de dépasser ou d'atteindre la valeur-seuil de 1 pour le système respiratoire, urinaire et rénal, et nerveux.

Dans le cas du système respiratoire, l'acroléine contribue à lui seul à 82% du niveau de risque acceptable. Dans le cas du système rénal, l'ingestion de plomb contribue à lui seul à 99% du niveau de risque acceptable. Dans le cas du système nerveux, l'inhalation de manganèse contribue à 70% du niveau de risque acceptable.

Pour rappel, les critères d'acceptabilité fixés par la circulaire du 9 août 2013 ne sont applicables qu'aux résultats substances par substances. Les effets cumulés sont donnés à titre indicatif mais ne remettent pas en cause les conclusions de l'étude.

5.5.6.2 Risques cumulés pour les effets sans seuil de dose

Le tableau suivant présente les risques cumulés pour des effets sans seuil de dose obtenus en distinguant la voie respiratoire et la voie orale.

Tableau 51. Estimation des risques cumulés sans seuil

Voie d'exposition	ERI Population générale
Respiratoire	1.3E-05
Orale	9.0E-06
TOTAL	2.2E-05

D'après les données présentées dans le Tableau 51, les risques chroniques cumulés sans seuil de dose induits par les seules émissions de l'installation, et pour les 2 voies d'exposition confondues sont susceptibles d'approcher (pour la voie orale) et de dépasser (pour la voie respiratoire) la valeur-seuil de 1.10^{-5} .

L'ERI obtenu pour les PM_{2.5} n'a pas été inclus dans cette somme, conformément aux commentaires du chapitre 5.5.4.2.

Pour rappel, les critères d'acceptabilité fixés par la circulaire du 9 août 2013 ne sont applicables qu'aux résultats substances par substances. Les effets cumulés sont donnés à titre indicatif mais ne remettent pas en cause les conclusions de l'étude.

6 INCERTITUDES

L'incertitude affectant les résultats de l'évaluation des risques provient des différents termes et hypothèses de calcul, des défauts d'information ou de connaissance, et de la variabilité intrinsèque des paramètres utilisés dans l'étude (ceci se réfère à la plus ou moins grande amplitude de valeurs numériques que peuvent prendre ces paramètres). L'analyse des incertitudes a pour objectif de comprendre dans quel sens ces divers facteurs peuvent influencer l'évaluation des risques.

Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables, seul un jugement qualitatif peut être rendu. Néanmoins, nous avons essayé de classer ces incertitudes suivant qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques calculés, et les incertitudes dont l'effet est variable ou difficilement classable parmi les 2 autres catégories d'incertitude ont été présentées à part.

6.1 Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques

6.1.1 SELECTION DES SUBSTANCES RETENUES DANS L'ETUDE

Le rapport a retenu une liste de substances réglementées. L'ensemble des substances susceptibles d'être émises par le projet n'a donc pas été considéré. Ce choix induit une sous-estimation potentielle des risques. Il est toutefois possible d'indiquer que cette sélection correspond aux substances réglementées dans l'arrêté du 03/08/18 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale totale inférieure à 50 MW. La sous-estimation des risques n'est donc pas susceptible de modifier les conclusions de l'étude en l'état actuel des connaissances.

6.2 Incertitudes ayant pour effet de surestimer les risques

6.2.1 SPECIATION DES HAP

L'hypothèse majorante de considérer 100% de benzo(a)pyrène a été retenue.

6.3 Incertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable)

Sont listées ici les incertitudes dont on ne peut pas dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques.

6.3.1 MELANGES DE SUBSTANCES

Les effets des mélanges sont encore mal appréhendés et la méthode d'évaluation des risques sanitaires actuellement disponible ne permet pas de les prendre en compte si ce n'est dans l'hypothèse d'une somme des effets des substances ayant les mêmes cibles et les mêmes mécanismes d'action (Ineris, 2003). Les effets synergiques ou antagonistes ne sont donc pas appréhendés. Comme cela est rappelé dans le rapport de l'Ineris sur l'évaluation des risques

sanitaires liés aux mélanges de natures chimiques (Ineris, 2006)¹⁹, la démarche d'ERS telle qu'elle est appliquée actuellement en France fournit des résultats pour chaque substance prise individuellement. D'après l'Ineris, le cadre des pratiques méthodologiques proposées par l'US-EPA et l'ATSDR pour évaluer les risques sanitaires liés à des mélanges de polluants chimiques ne remet pas en cause à court terme les pratiques françaises actuelles menées dans les études d'impact des installations classées.

6.3.2 SPECIATION DES COV

Pour la famille des composés organiques volatils, en l'absence d'information précise sur la composition de cette famille de substances, la spéciation des émissions en COVNM émis par les chaudières repose sur des facteurs d'émissions théoriques, et est donc associée à une incertitude élevée. De plus, puisqu'aucune base de données basée sur des mesures à l'émission et permettant de rendre compte de la part réel d'acroléine en sortie des chaudières biomasses n'est disponible, la part d'acroléine a été réajustée en se basant sur des mesures en COVnm réalisées sur un site similaire. Une comparaison entre la VLE et les valeurs en COVnm mesurées montre que les mesures restent très inférieures à la VLE.

6.3.3 SPECIATION DES METAUX

La spéciation des émissions en métaux est basée sur des facteurs d'émissions théoriques, et est donc associée à une incertitude élevée.

6.3.4 SPECIATION DU CHROME

Une répartition chrome III / chrome VI a été retenue à 83 % / 17 %, d'après les facteurs d'émission issus de l'AP42, au chapitre *1.6 Wood Residue Combustion in Boilers*, table 1.6-4.

Pour la voie digestive, le chrome VI susceptible de se déposer au sol est largement transformé en chrome III dans les sols et les sédiments (favorisé en conditions anaérobiques et à un pH faible) (Ineris, 2005). Pour cette raison, le chrome total a été assimilé à du chrome III pour cette voie d'exposition.

6.3.5 TAUX D'EXPOSITION JOURNALIER

Dans la présente étude, en l'absence de données de budget espace-(activités)-temps disponibles localement correspondant aux temps journaliers passés dans des environnements autres que le domicile, nous avons fait l'hypothèse que les personnes passaient toute la journée dans le domaine d'étude (soit T égal à 1). Dans la réalité, en fonction du temps journalier passé dans d'autres environnements et des niveaux de concentrations qui y seraient observés, l'estimation des niveaux d'expositions journaliers peut être minorée ou majorée par rapport au niveau d'exposition journalier correspondant à 100 % du temps passé au domicile. A titre d'exemple, une étude française a montré que les résultats de l'ERS peuvent être minorés de 30 % par rapport à une hypothèse « 100 % du temps passé au domicile » (Boudet, 1999)²⁰.

¹⁹ Ineris, 2006, Evaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de nature chimique, Perspectives dans le cadre des études d'impact sanitaire des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des installations classées, 30 p.

²⁰ Boudet, Zmirou et al., 1999, Health risk assessment of a modern municipal waste incinerator, Risk Analysis, Volume 19, No. 6, 9 p.

6.3.6 FREQUENCE D'EXPOSITION ANNUELLE POUR DES EXPOSITIONS CHRONIQUES

Il a été fait l'hypothèse, pour ce type d'exposition, que la fréquence d'exposition (paramètre F de l'Equation 1) était égale à 1, c'est-à-dire que les personnes restent 100 % de leur temps sur le domaine d'étude. Dans la réalité, les riverains sont souvent amenés à se déplacer pour des raisons professionnelles ou personnelles (congés, week-end...). Dans le cas où ils fréquenteraient des lieux hors du domaine d'étude, où les niveaux d'exposition sont plus faibles que sur le domaine d'étude, leur niveau d'exposition annuel moyen devrait être inférieur au niveau d'exposition annuel moyen correspondant à 100 % du temps de séjour sur le domaine d'étude. Dans ce cas, la prise en compte d'une fréquence d'exposition de 1 tendrait à surestimer les expositions réelles des individus. A contrario, s'ils fréquentent des lieux hors domaine d'étude, où les niveaux d'exposition seraient plus élevés qu'au niveau du domaine d'étude, le niveau d'exposition annuel moyen devrait être supérieur au niveau d'exposition annuel moyen correspondant à 100 % du temps de séjour dans le domaine d'étude. Dans ce deuxième cas, la prise en compte d'une fréquence d'exposition de 1 tendrait à sous-estimer les expositions réelles des individus.

6.3.7 ESTIMATION DES CONCENTRATIONS INTERIEURES ET EXTERIEURES (Ci)

Nous faisons l'hypothèse que les concentrations induites par le projet sont égales, à l'intérieur des espaces clos, aux concentrations à l'extérieur des espaces clos. En réalité, le taux de pénétration des polluants dans les intérieurs n'est pas de 100 % et il est variable d'un polluant à l'autre. Pour certaines substances (poussières), les concentrations en intérieur sont susceptibles d'être inférieures aux concentrations en extérieur du fait des capacités de filtration des bâtiments (Mosqueron et Nedellec, 2001)²¹. Pour d'autres, les concentrations intérieures sont susceptibles d'être supérieures aux concentrations extérieures (cas des COV) (Mosqueron et Nedellec, 2001)²¹.

6.3.8 INCERTITUDE ASSOCIÉE AU CHOIX DES VTR

Lorsque plusieurs VTR étaient disponibles pour un même composé, une même voie, une même durée d'exposition, une sélection systématique des VTR a été effectuée selon les recommandations de la note de la DGS du 31 octobre 2014. Cette démarche de sélection d'une VTR ne repose pas toujours sur les critères de choix strictement scientifiques, mais parfois aussi sur la notoriété de l'organisme producteur de VTR. Une analyse approfondie des VTR disponibles ainsi que de la sélection de la plus pertinente n'a pas été effectuée dans le cadre de ce travail, la note DGS de novembre 2014 fixant précisément les modalités de choix.

6.3.9 VARIABLES HUMAINES D'EXPOSITION

Pour l'ensemble des paramètres d'exposition à renseigner pour l'estimation des concentrations moyennes inhalées et des doses journalières d'exposition, aucune donnée locale spécifique à la population du secteur n'a été identifiée. Les paramètres d'exposition concernés sont la fréquence d'exposition, la durée d'exposition, la masse corporelle par classe d'âge, les données de consommation de sol par classe d'âge. A défaut, ce sont les données générales établies pour la population française qui ont été considérées. L'effet sur les risques de la prise en compte de ces données est difficile à évaluer. Il est toutefois possible que la majorité de ces paramètres ait fait l'objet d'une analyse par l'Ineris dans le cadre de la base de données afférente à l'outil MODULERS.

²¹ Mosqueron L. et V. Nedellec, 2001, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments, 173 p.

6.3.10 MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Les incertitudes relatives aux calculs de modélisation sont de deux types : celles intrinsèques au modèle numérique, compte tenu notamment de la complexité du site et de la problématique à modéliser, et celles relatives à la qualité des données d'entrée du modèle.

1.1.1.1 Incertitudes intrinsèques au modèle

Plusieurs campagnes de mesures très documentées, effectuées sur des sites industriels durant les 50 dernières années, ont été référencées et leurs données intégrées à des bases de données destinées à évaluer a posteriori les modèles de dispersion atmosphérique. Parmi ces bases de données, on citera l'outil européen d'évaluation MVK (Model Validation Kit). Plusieurs articles internationaux^{22,23} rapportent les résultats de campagnes de comparaisons entre le modèle ADMS et les mesures sur site.

Ces résultats montrent que si les données d'entrée sont bien maîtrisées et en présence d'une topographie peu marquée, l'incertitude sur les résultats du modèle pour des sources élevées de type cheminée, reste inférieure à 20% en moyenne annuelle. Sur les valeurs maximales (percentiles 100), l'incertitude reste de l'ordre de 30%. Notons enfin que statistiquement, les incertitudes diminuent pour les percentiles de rang inférieur (99.8, 99.7, 98...). La présence de bâtiments en champ proche augmente ces valeurs, de même que la présence d'un relief plus marqué.

Le tableau suivant liste les principales caractéristiques du site et de son environnement, susceptibles, par leur complexité, de favoriser l'augmentation des incertitudes dans le calcul de dispersion. La complexité de ces caractéristiques est classée suivant les critères : nulle, faible, moyenne, élevée.

Tableau 52 – Complexité du site et de son environnement

Modèle	Complexité	Commentaires
Relief sur le domaine	Moyen	Le relief est marqué sur le domaine d'étude, il est par conséquent associé à un niveau d'incertitude non négligeable
Obstacles autour de l'installation	Moyen	La présence des bâtiments des chaudières entraîne une incertitude plus élevée en champ proche
Météorologie	Faible	La zone ne présente pas de phénomènes météorologiques particulièrement complexes.
Complexité des sources	Faible	Sources canalisées bien définies.
Échelles spatiales étudiées	Faible	Les cibles sont comprises entre quelques centaines de mètres et quelques kilomètres des sources, c'est à dire dans le domaine de validité du modèle.

²² Hanna S.R., Egan B.A., Purdum J. and Wagler J. (1999), Evaluation of ISC3, AERMOD, and ADMS Dispersion Models with Observations from Five Field Sites. HC Report P020, API, 1220 LSt. NW, Washington, DC 20005-4070, 1999.

²³ ADMS3 validation Summary, CERC, 2001.

Les principales sources d'incertitudes identifiées sont liées au relief du domaine d'étude, et à la présence de bâtiments. Ces derniers induisent une incertitude plus élevée en champ proche notamment.

6.3.10.1 Incertitudes relatives aux données d'entrée

Un bon modèle peut donner de mauvais résultats, si les données d'entrée sont de mauvaise qualité. Le tableau suivant regroupe les principaux paramètres d'entrée du modèle de dispersion ADMS, et les qualifie selon les critères suivants : mauvaise, moyenne, bonne.

Tableau 53 - Qualité des données d'entrée du modèle

Données d'entrée	Qualité	Commentaires
Relief sur le domaine	Bonne	Base de données SRTM (résolution 50m).
Occupation des sols	Bonne	Base de données Corine Land Cover (résolution 50m).
Données météorologiques	<p>Bonne pour les données mesurées</p> <p>Moyenne pour les données simulées</p>	<p>Données issues du croisement de :</p> <ul style="list-style-type: none"> données mesurées pour les paramètres de vitesse et direction du vent, de température, de précipitations, et d'une part des données de nébulosité et de données simulées issues du modèle AROME de Météo-France pour les paramètres de stabilité (rayonnement et complétion des données de nébulosité). Les données simulées sont associées à une incertitude plus élevée.
Localisation des sources	Bonne	Les localisations des sources sont issues du plan de masse du site.
Caractéristiques physiques des sources	Bonne	Les caractéristiques à l'émission des sources sont connues.
Valeurs d'émission des sources	Moyenne	<p>Les flux polluants des sources sont déduits des valeurs limites à l'émission et des engagements de l'exploitant en termes de concentration à l'émission. Ces valeurs ne reflètent pas nécessairement la réalité mais majorent l'impact de l'installation.</p> <p>En outre la spéciation des émissions en métaux et en COV repose sur des facteurs d'émissions théoriques, qui sont donc associés à des niveaux d'incertitude plus élevés.</p>
Variabilité temporelle des émissions	Bonne	Pour la variabilité mensuelle de fonctionnement des chaudières puisque l'arrêt de ces dernières sur les mois de juillet août et septembre ont été explicitement pris en compte
	Moyenne	Pour la variabilité horaire et journalière. En l'absence de la connaissance des plages horaires réelles de fonctionnement, des hypothèses ont dûes être considérées. Ces dernières sont majorantes dans la mesure du possible, notamment pour l'impact aigu des rejets polluants des chaudières
Définition des polluants	Moyenne pour les espèces particulières	Ces polluants ont été modélisés en considérant une granulométrie simplifiée.
	Moyenne pour les métaux et COV	Certaines espèces métalliques et COVNM peuvent être partiellement émis sous forme particulière et sous forme

Données d'entrée	Qualité	Commentaires
		gazeuse. Cette particularité n'a pas été prise en compte et entraîne donc une incertitude plus élevée.
	Bonne pour les gaz	L'hypothèse d'assimiler les autres polluants gazeux à des traceurs passifs est tout à fait raisonnable et d'induit pas d'incertitude particulière.

Les principales sources d'incertitudes sont liées :

- Aux sources d'émissions dont les plages horaires exactes de fonctionnement ne sont pas connues et qui ont donc dû faire l'objet d'hypothèses majorantes.
- Aux valeurs d'émission basées sur les VLE applicables à l'installation et sur les engagements de l'exploitant.
- A la spéciation des COVNM et des ETM.
- A la définition des polluants qui induit une hypothèse plus élevée pour les espèces particulières ayant fait l'objet d'une granulométrie simplifiée, et pour les COV et métaux pouvant être partiellement émis sous forme gazeuse et sous forme particulaire.
- Dans une moindre mesure à l'utilisation de données modélisées pour les paramètres de stabilité atmosphérique.

6.3.11 MODELISATION DES TRANSFERTS DANS LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

La modélisation des transferts de polluants depuis les émissions atmosphériques vers les différents milieux considérés (légumes, viande de volailles, etc.) simplifie les phénomènes de transferts naturels qui se produisent dans la chaîne alimentaire, ce qui génère des incertitudes. Ces incertitudes sont liées, d'une part au modèle et à sa conception, et d'autre part aux données d'entrée (concentrations atmosphériques et dépôts au sol estimés à partir des résultats de la modélisation de la dispersion, valeurs paramétriques données par MODUL'ERS, données de consommation alimentaire, etc.).

Dans le contexte des transferts multimédias, MODULERS est un outil de référence : il s'agit d'une méthodologie totalement transparente (au niveau des équations, des paramètres et des valeurs paramétriques recommandées), utilisant des équations reconnues ayant fait l'objet d'un consensus d'experts.

6.3.12 INCERTITUDE INTRINSÈQUE AUX VTR

L'établissement de valeurs toxicologiques de référence (VTR), pour la population générale et pour une durée d'exposition aiguë ou chronique, à partir d'études épidémiologiques (principalement en milieu professionnel) ou animales, et présentant des conditions particulières d'exposition (doses administrées, durée et voie d'exposition, etc.) induit la prise en compte de facteurs d'incertitude variables, le plus couramment compris entre 3 et 1000. Ces facteurs d'incertitude s'apparentent soit à une variabilité, soit à un manque de connaissance (vraie incertitude). A titre d'exemple, les facteurs d'incertitude relatifs à la variabilité concernent la gravité ou l'occurrence des effets sanitaires pouvant être observés entre 2 espèces différentes (variabilité inter-espèce) ou au sein d'une même espèce (variabilité intra-espèce). Les facteurs d'incertitude relatifs à un manque de connaissance concernent

le plus souvent un manque de données disponibles (facteur permettant l'estimation d'un NOAEL²⁴ à partir d'un LOAEL²⁵, facteur permettant de considérer un effet sanitaire qui a fait l'objet de peu d'études, etc.). Ces différents facteurs d'incertitude sont considérés (et précisés) pour les différentes VTR utilisées dans la présente étude en Annexe 3.

²⁴ Plus forte dose d'exposition sans effet observé (No Observed Adverse Effect Level)

²⁵ Plus faible dose d'exposition avec effet observé (Lowest Observed Adverse Effect Level)

7 CONCLUSION

La présente étude a permis de caractériser les risques sanitaires liés à l'inhalation et à l'ingestion des substances émises lors du fonctionnement de la chaufferie de Saint-Genis-Laval en projet. La démarche suivie a été celle préconisée par l'Ineris dans son guide de 2021. Conformément aux recommandations de l'Ineris, la caractérisation des risques sanitaires a porté sur les seules émissions du projet d'installation.

Les principales conclusions de l'étude sont les suivantes.

7.1 Conclusion sur l'IEM

7.1.1 CONCLUSION POUR LE MILIEU SOL

Le milieu « sol » peut être jugé compatible avec les usages pour l'ensemble des substances.

7.1.2 CONCLUSION POUR LE MILIEU AIR

Le milieu « air » peut être jugé compatible avec les usages pour l'ensemble des substances.

7.2 Conclusion sur l'ERS

7.2.1 EXPOSITION RESPIRATOIRE

7.2.1.1 Exposition aiguë

Concernant les expositions respiratoires aiguës aux substances émises par le projet, et retenues dans l'ERS, aucun dépassement des seuils sanitaire n'a été estimé ($QD < 1$, $ERI < 10^{-5}$), et ce, pour l'ensemble des substances considérées.

Pour les poussières (PM_{10} et $PM_{2,5}$) et les oxydes d'azote, substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible, aucun dépassement de valeur guide n'a été déterminé sur le domaine d'étude.

7.2.1.2 Exposition chronique et effets à seuil de dose

Concernant les expositions respiratoires chroniques, les quotients de danger (QD) estimés n'induisent pas de risque préoccupant pour les populations ($QD < 1$) pour l'ensemble des substances étudiées.

Concernant les substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible mais pour lesquelles il existe des valeurs-guides annuelles (PM_{10} , $PM_{2,5}$ et NO_2), aucun dépassement des valeurs-guides annuelle n'est observé.

7.2.1.3 Exposition chronique et effets sans seuil de dose (cancérigènes)

Pour l'ensemble des substances à induire ce type d'effet, les seules émissions du projet d'installation n'induisent pas un niveau de risque préoccupant pour la population riveraine.

7.2.2 EXPOSITION ORALE

A l'image de la voie respiratoire, la caractérisation des risques sanitaires pour la voie digestive a porté sur les seules émissions du projet d'installation.

7.2.2.1 Effets à seuil de dose

Les calculs des quotients de danger estimés pour cette voie d'exposition conduisent à des risques non préoccupants pour la population ($QD < 1$) pour l'ensemble des substances considérées.

7.2.2.2 Effets sans seuil de dose (cancérogènes)

Pour l'ensemble des substances à induire ce type d'effet, les seules émissions du projet d'installation n'induisent pas un niveau de risque préoccupant pour la population riveraine.

● Table des annexes

Annexe 1. Les sites sensibles	96
Annexe 2. Dynamique du mercure après combustion (HHRAP)	98
Annexe 3. Fiches toxicologiques des substances	99
Annexe 4. Résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique	100
Annexe 5. Hypothèses retenues pour la modélisation de la dispersion atmosphérique	117
Annexe 6. MODUL'ERS	126
Annexe 7. Rapport d'IEM	127

Annexe 1. Les sites sensibles

Noms	COMMUNES
Crèches	
Crèche Collective Sucre d'Orge	Saint-Genis-Laval
Crèche Familiale Les P tits Mômes	Saint-Genis-Laval
Crèche familiale Pierre de Lune	Pierre-Bénite
Crèche Les petits momes	Saint-Genis-Laval
Micro crèche Garderisettes Pierre Bénite	Pierre-Bénite
Multi accueil Jules Courmont	Pierre-Bénite
Multi accueil La Ruche	Pierre-Bénite
Multi accueil Les Lutins d Yvours	Irigny
Multi accueil Les Recollets	Saint-Genis-Laval
Multi accueil Pierre de Lune	Pierre-Bénite
Multi accueil Prê en bulle	Pierre-Bénite
Multi accueil Roule Virou	Saint-Genis-Laval
Multi accueil Sainte Eugénie	Pierre-Bénite
Ecoles	
Collège Jean Giono	Saint-Genis-Laval
Ecole maternelle Jean Lurcat	Pierre-Bénite
Ecole élémentaire Albert Mouton	Saint-Genis-Laval
Collège privé La Passerelle	Pierre-Bénite
Ecole élémentaire Paul Langevin	Pierre-Bénite
Collège Paul d'Aubarède	Saint-Genis-Laval
Ecole primaire privée La Passerelle	Pierre-Bénite
Ecole maternelle Hilaire Dunand	Irigny
Ecole maternelle Henri Wallon	Pierre-Bénite
Ecole maternelle Bergier Mouton	Saint-Genis-Laval
Ecole maternelle Pablo Picasso	Pierre-Bénite
Ecole élémentaire Paul Eluard	Pierre-Bénite
Collège Marcel Pagnol	Pierre-Bénite
Ecole élémentaire Hilaire Dunand	Irigny
Ecole élémentaire Guilloux	Saint-Genis-Laval
Ecole maternelle Guilloux	Saint-Genis-Laval
Ecole primaire privée Sainte Marie Saint Joseph	Saint-Genis-Laval
Etablissements sanitaires et sociaux	
EHPAD MARCELLIN CHAMPAGNAT-LE MONTET	ST GENIS LAVAL
CADA LES SOURCES	ST GENIS LAVAL
CALYDIAL - PIERRE-BENITE	PIERRE BENITE
CALYDIAL - IRIGNY	IRIGNY
ENDO LYON SUD OUEST	IRIGNY
CMP&CATTP&HDJ ENFANT - JEAN DECHAUME	PIERRE BENITE
CMP DE PIERRE-BENITE - ARHM	PIERRE BENITE
RESIDENCE SOCIALE LES AMANDIERS	PIERRE BENITE

RESIDENCE AUTONOMIE MARCELLE DOMENECH	PIERRE BENITE
CMP & HDJ ADULTE - PAVILLON 4N - ARHM	PIERRE BENITE
EML GIE IS SCAN ET IRM CH LYON SUD	PIERRE BENITE
CENTRE DE SANTE CALYDIAL IRIGNY	IRIGNY
FOYER ADOMA LES SOURCES	ST GENIS LAVAL
LA MAISON SAINT-JEAN DU PARI	PIERRE BENITE
HOPITAL LYON SUD - HCL	PIERRE BENITE
HOPITAL HENRY GABRIELLE - HCL	ST GENIS LAVAL
RESIDENCE LE COLOMBIER	ST GENIS LAVAL
CENTRE DE SANTE BENOIT FRACHON	PIERRE BENITE
SERVICE DE MEDECINE PENITENTIAIRE -HCL	PIERRE BENITE
Etablissements sportifs	
Collège Marcel Pagnol	Oullins-Pierre-Bênite
Collège Marcel Pagnol	Oullins-Pierre-Bênite
Complexe sportif Viollet Biasani	Oullins-Pierre-Bênite
Complexe sportif Viollet Biasani	Oullins-Pierre-Bênite
collège Jean GIONO	Saint-Genis-Laval
Ecole primaire Albert Mouton	Saint-Genis-Laval
EMS DU CHAMPLONG	Saint-Genis-Laval
Gymnase Giono	Saint-Genis-Laval
Complexe sportif Viollet Biasani	Oullins-Pierre-Bênite
Stade d'Yvours	Irigny
Stade d'Yvours	Irigny
Plateau multisports	Irigny
Skate Park	Oullins-Pierre-Bênite
Parc Jean de la Fontaine	Oullins-Pierre-Bênite
Stade du Brotillon	Oullins-Pierre-Bênite
Stade du Brotillon	Oullins-Pierre-Bênite
Stade du Brotillon	Oullins-Pierre-Bênite
Complexe sportif Viollet Biasani	Oullins-Pierre-Bênite
Complexe sportif Viollet Biasani	Oullins-Pierre-Bênite
collège Jean GIONO	Saint-Genis-Laval
collège Jean GIONO	Saint-Genis-Laval
Ecole primaire Albert Mouton	Saint-Genis-Laval
Gymnase Guilloux	Saint-Genis-Laval

Annexe 2. Dynamique du mercure après combustion (HHRAP)

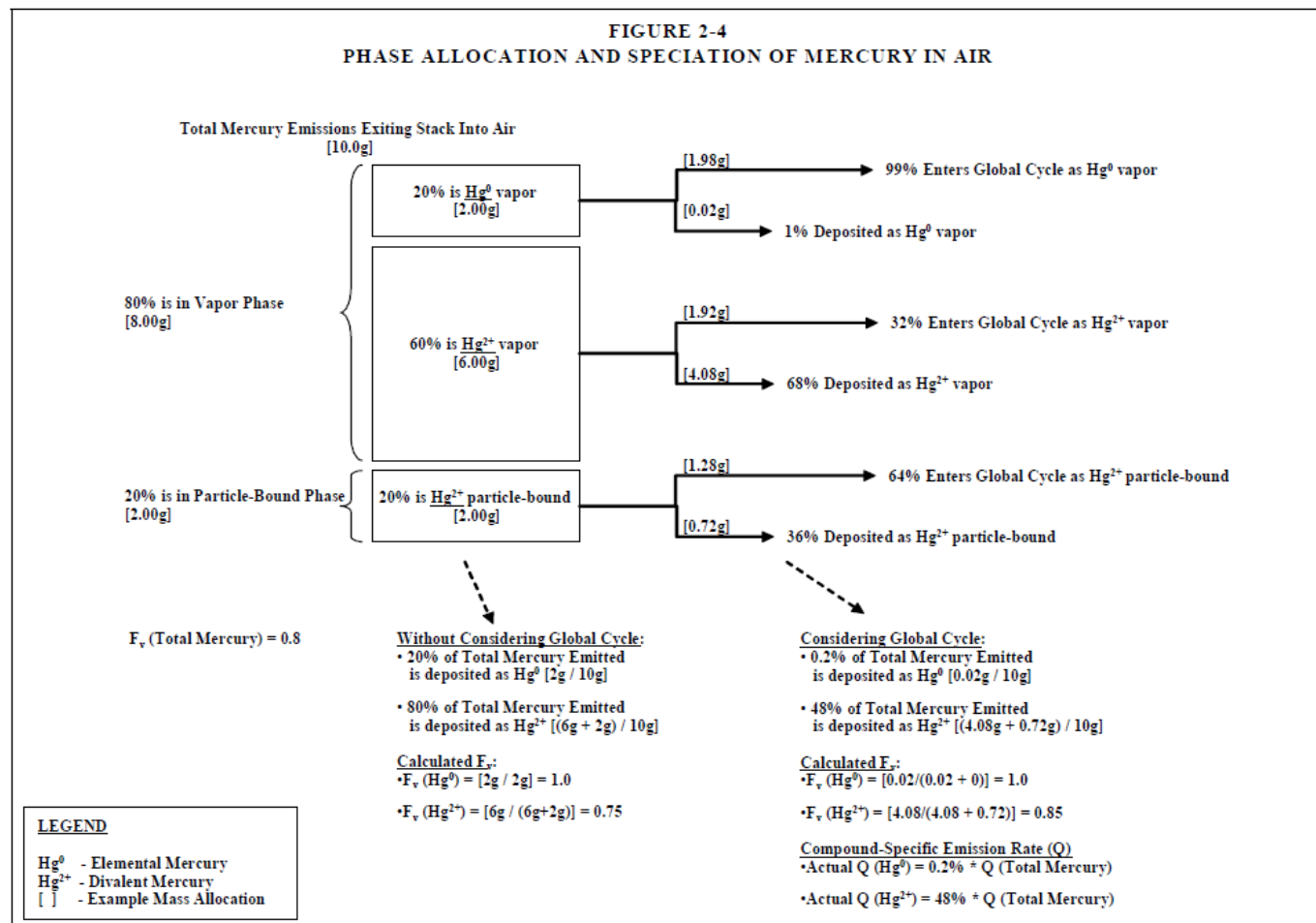
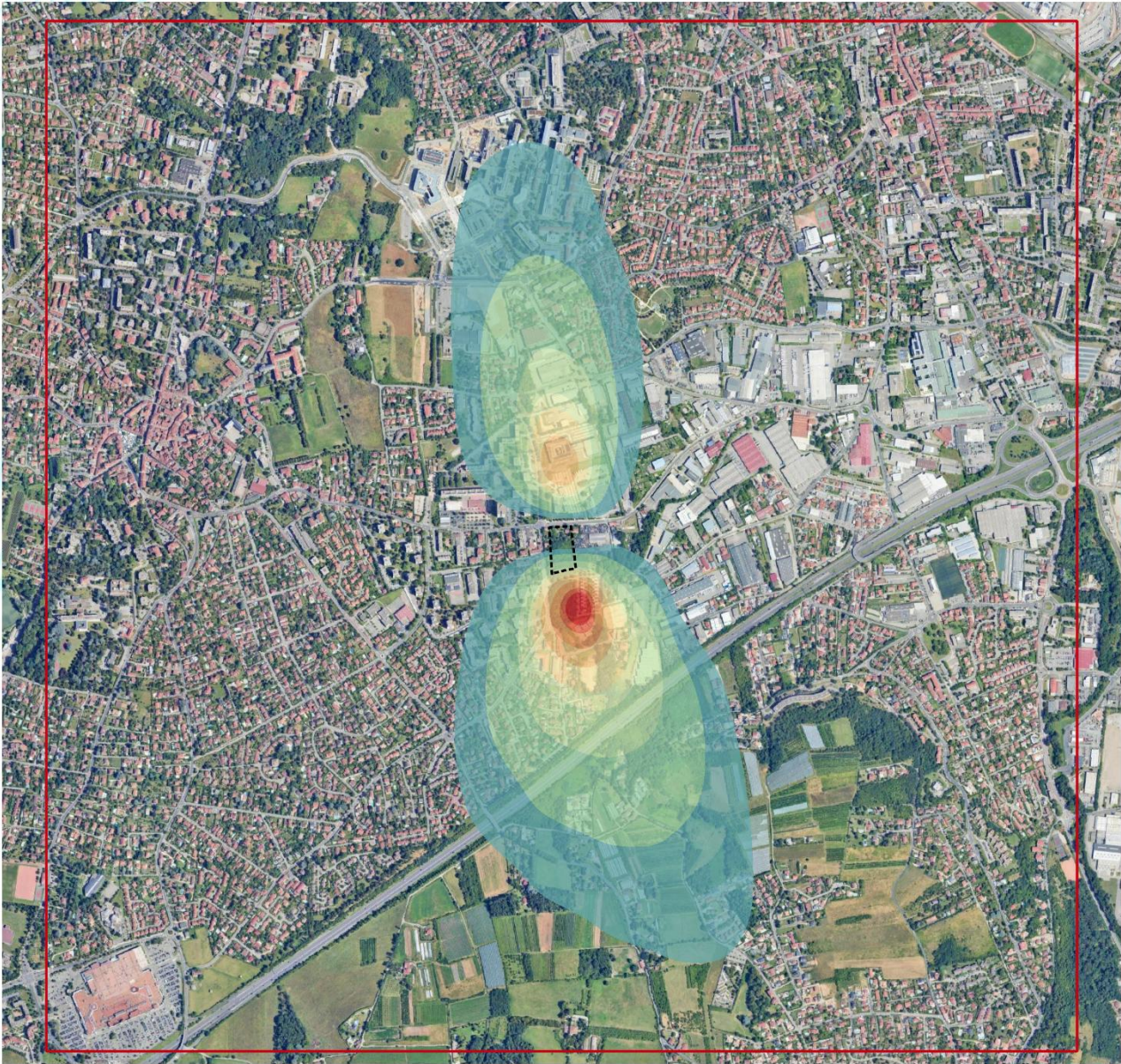


Figure 15 - Comportement du mercure dans l'air et dans la chaîne alimentaire après un procédé de combustion (HHRAP)

Annexe 3. Fiches toxicologiques des substances

Annexe présentée à part

Annexe 4. Résultats de modélisation de la dispersion atmosphérique



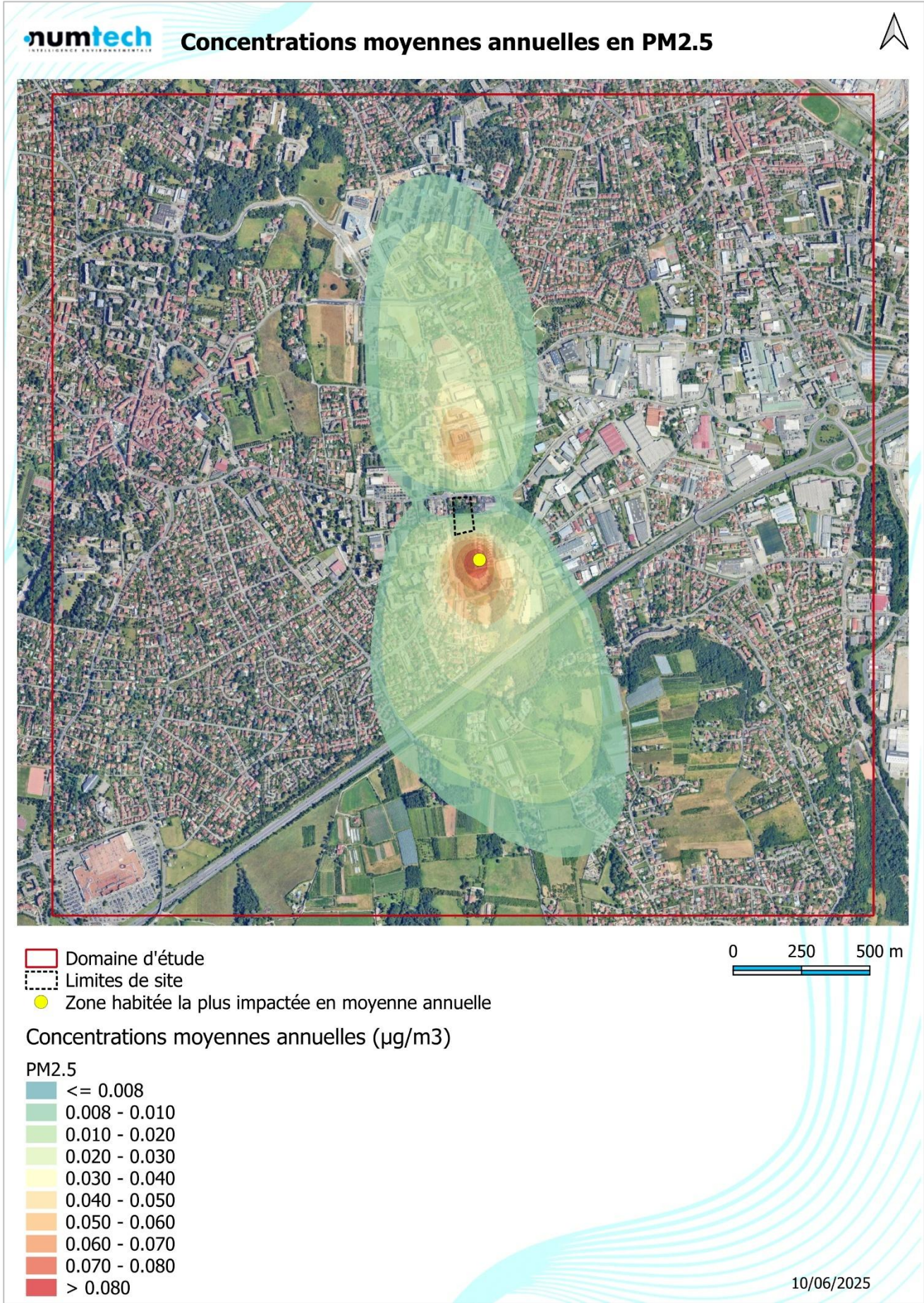
- Domaine d'étude
- Limites de site

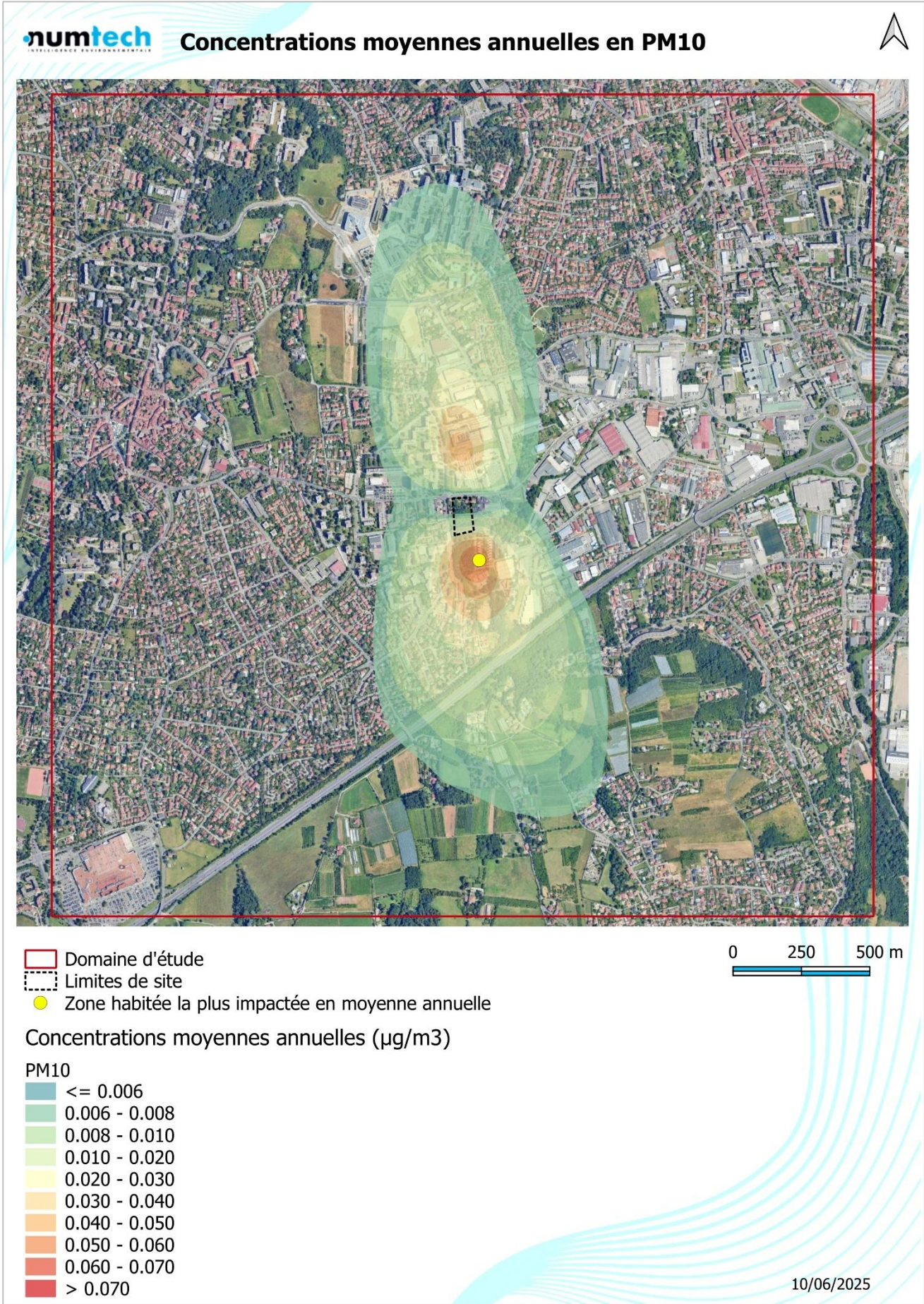
0 250 500 m

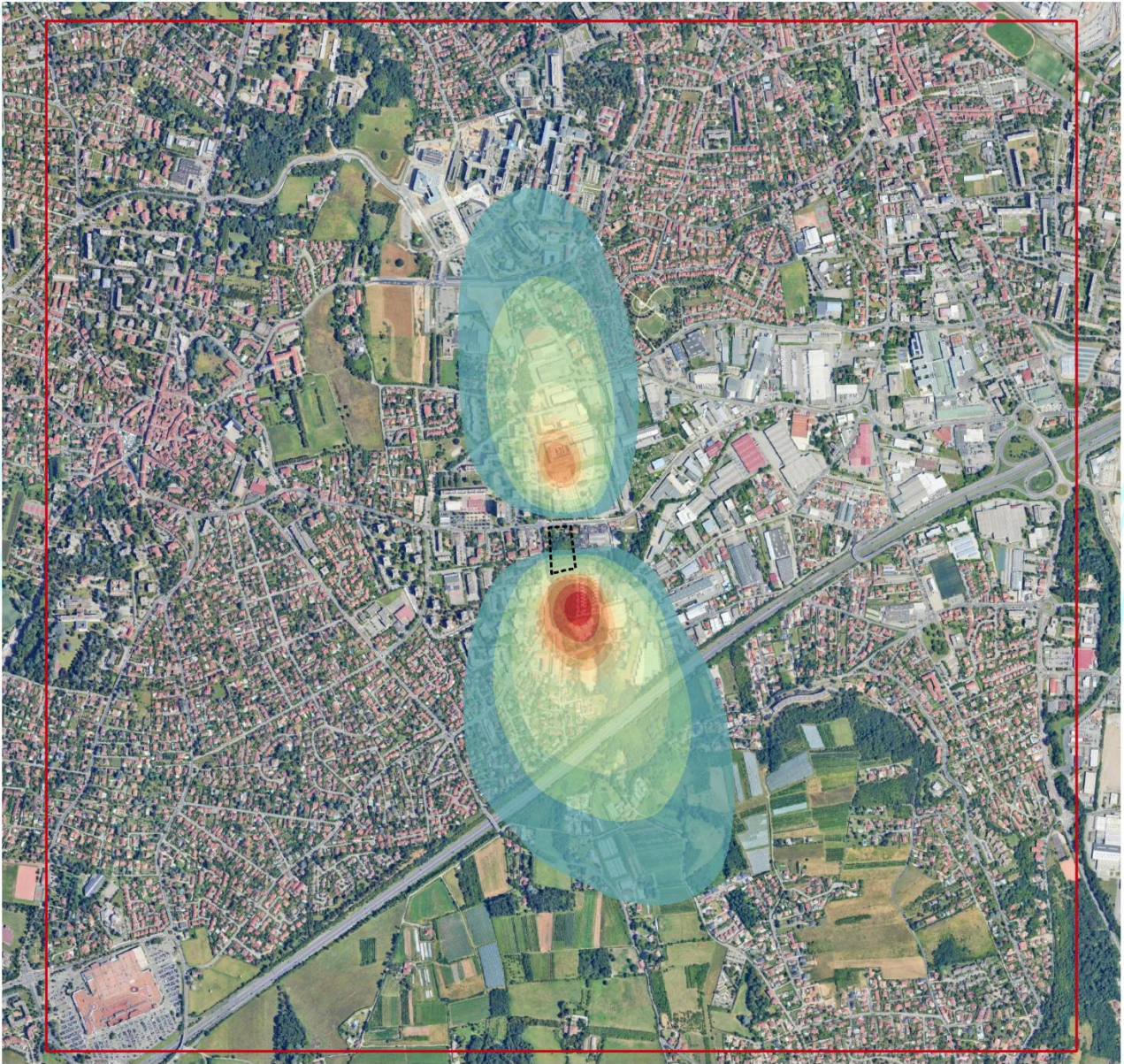
Concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SO2

- ≤ 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 0.7
- 0.7 - 0.8
- 0.8 - 1.0
- 1.0 - 1.2
- 1.2 - 1.4
- 1.4 - 1.5
- > 1.5







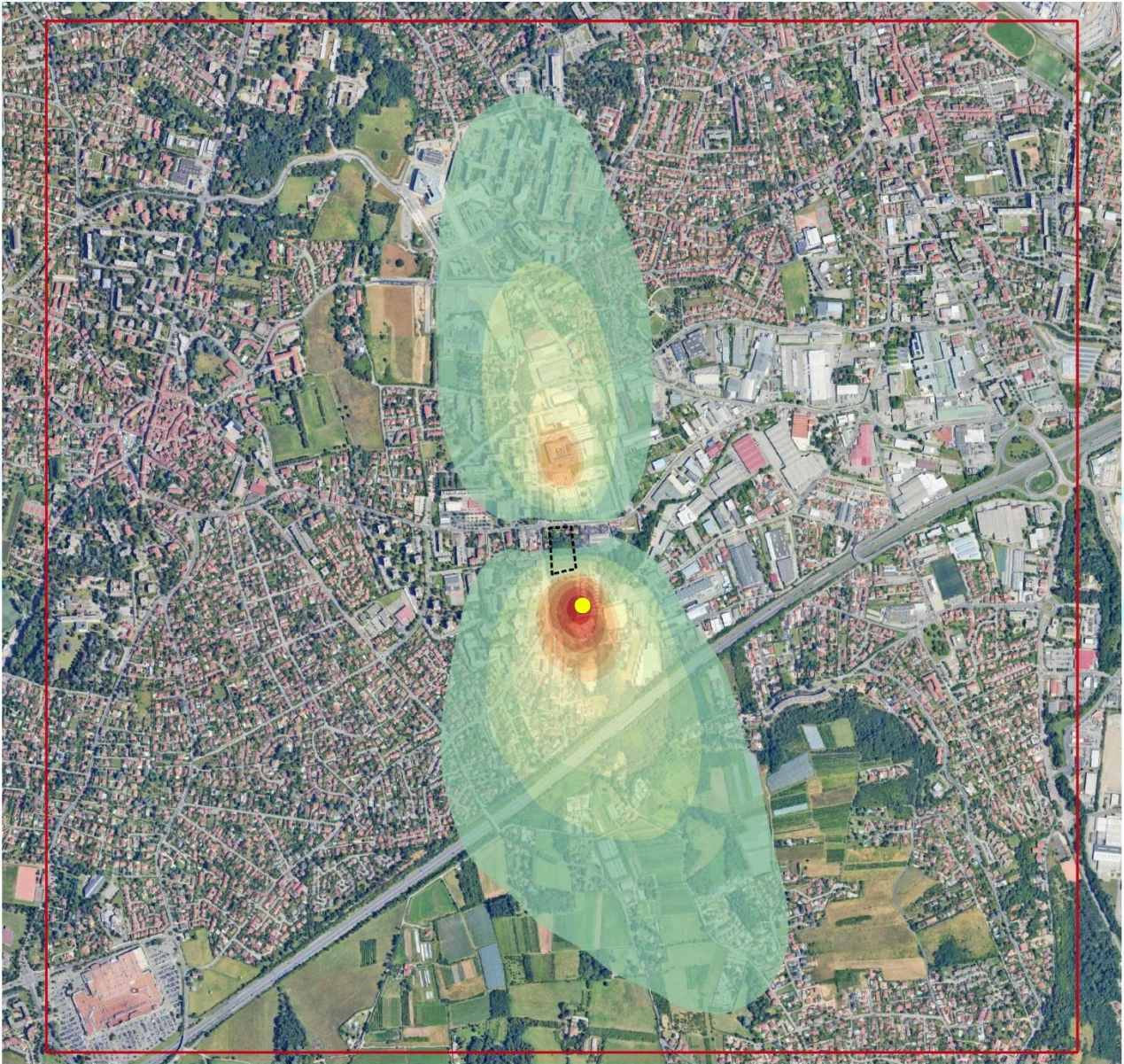
Domaine d'étude
 Limites de site

0 250 500 m

Concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pb

- ≤ 0.002
- 0.002 - 0.003
- 0.003 - 0.004
- 0.004 - 0.006
- 0.006 - 0.008
- 0.008 - 0.009
- 0.009 - 0.010
- 0.010 - 0.012
- 0.012 - 0.014
- > 0.014



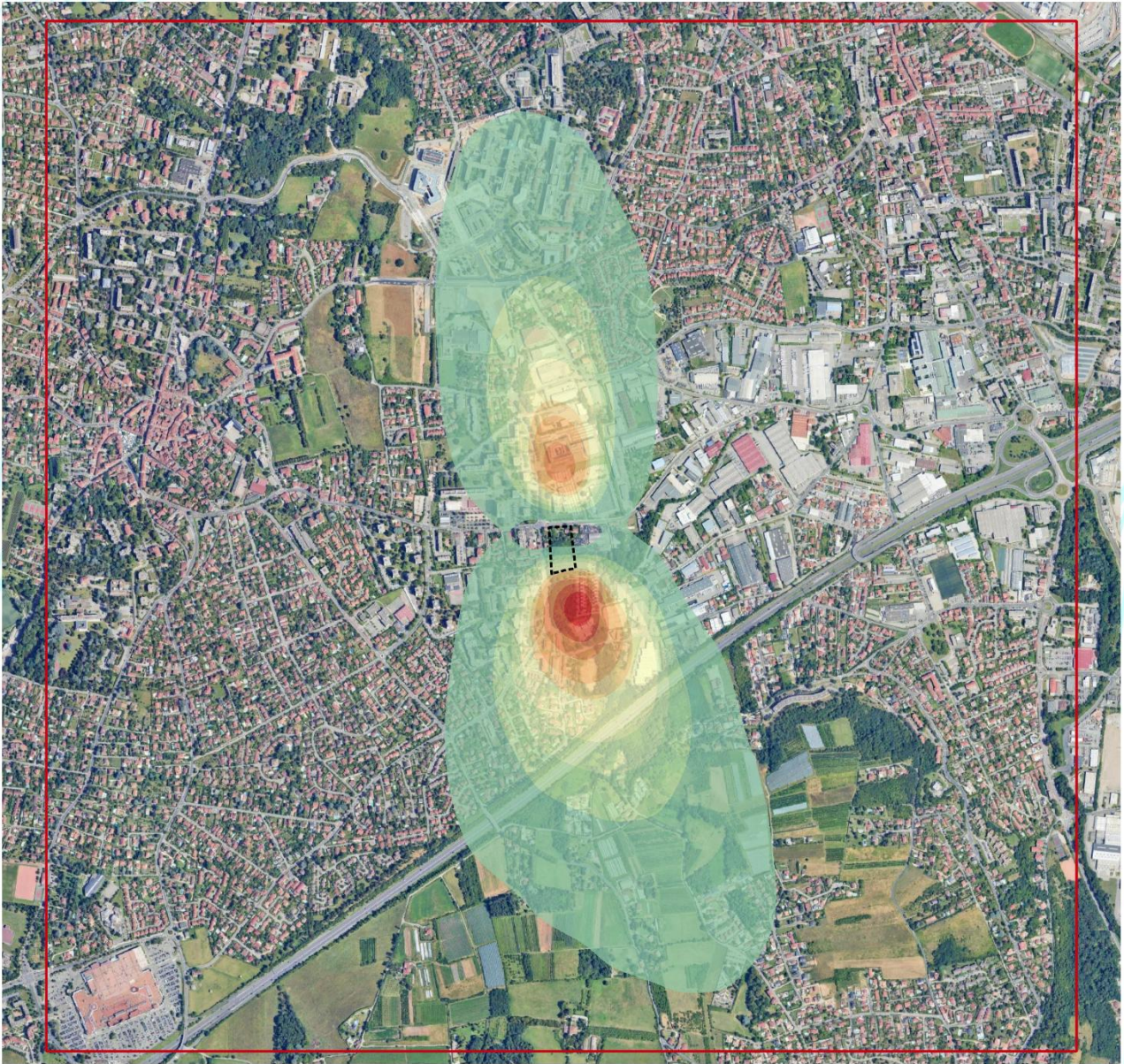
Domaine d'étude
 Limites de site

0 250 500 m

Concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

NOx

	≤ 0.4
	0.4 - 0.7
	0.7 - 1.0
	1.0 - 1.5
	1.5 - 2.0
	2.0 - 2.2
	2.2 - 2.6
	2.6 - 3.0
	3.0 - 3.4
	> 3.4



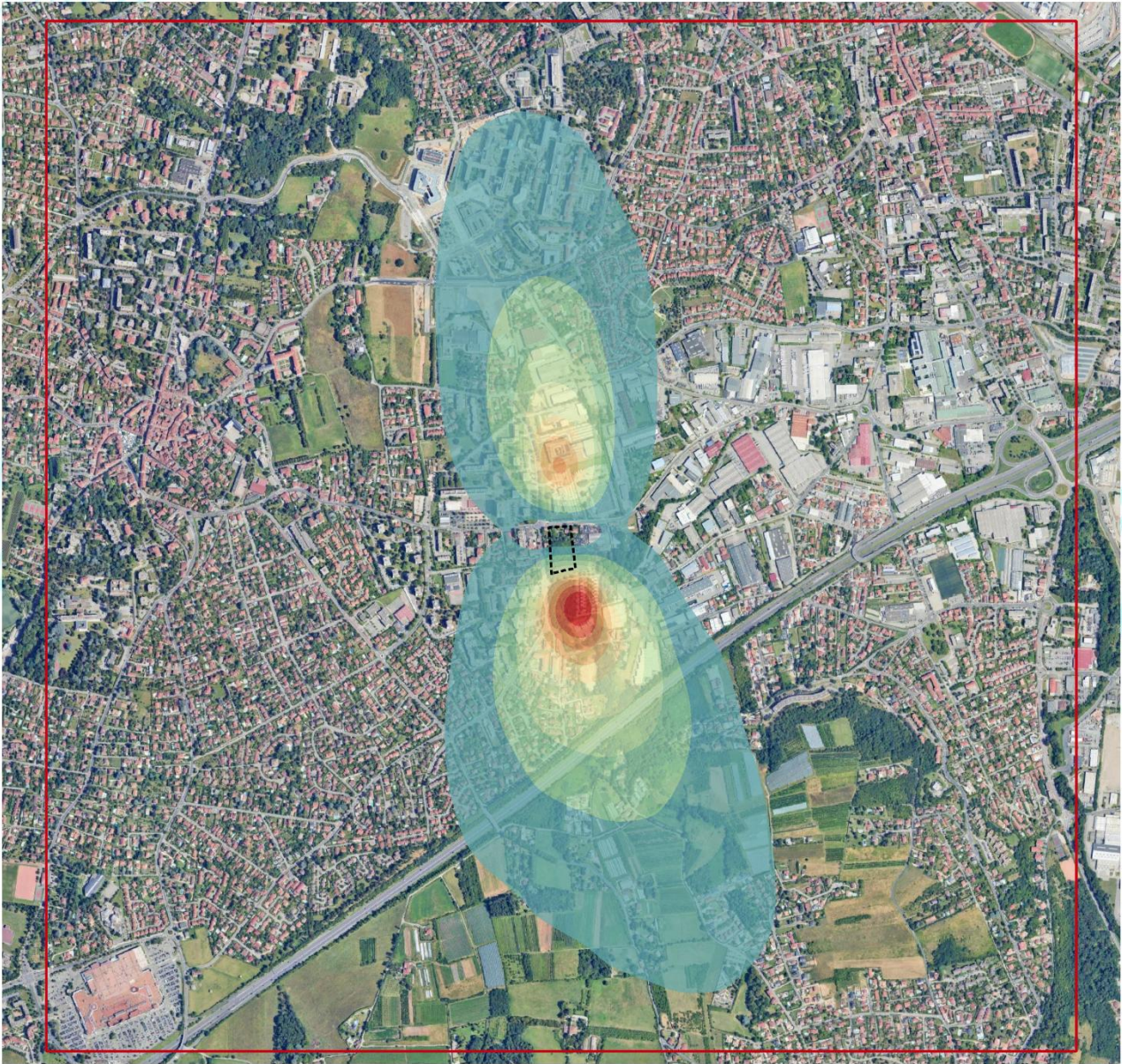
Domaine d'étude
 Limites de site

0 250 500 m

Concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

HAP

	≤ 0.000015
	$0.000015 - 0.000030$
	$0.000030 - 0.000040$
	$0.000040 - 0.000050$
	$0.000050 - 0.000070$
	$0.000070 - 0.000080$
	$0.000080 - 0.000100$
	$0.000100 - 0.000120$
	$0.000120 - 0.000140$
	> 0.000140

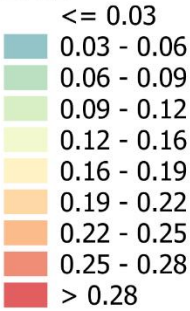


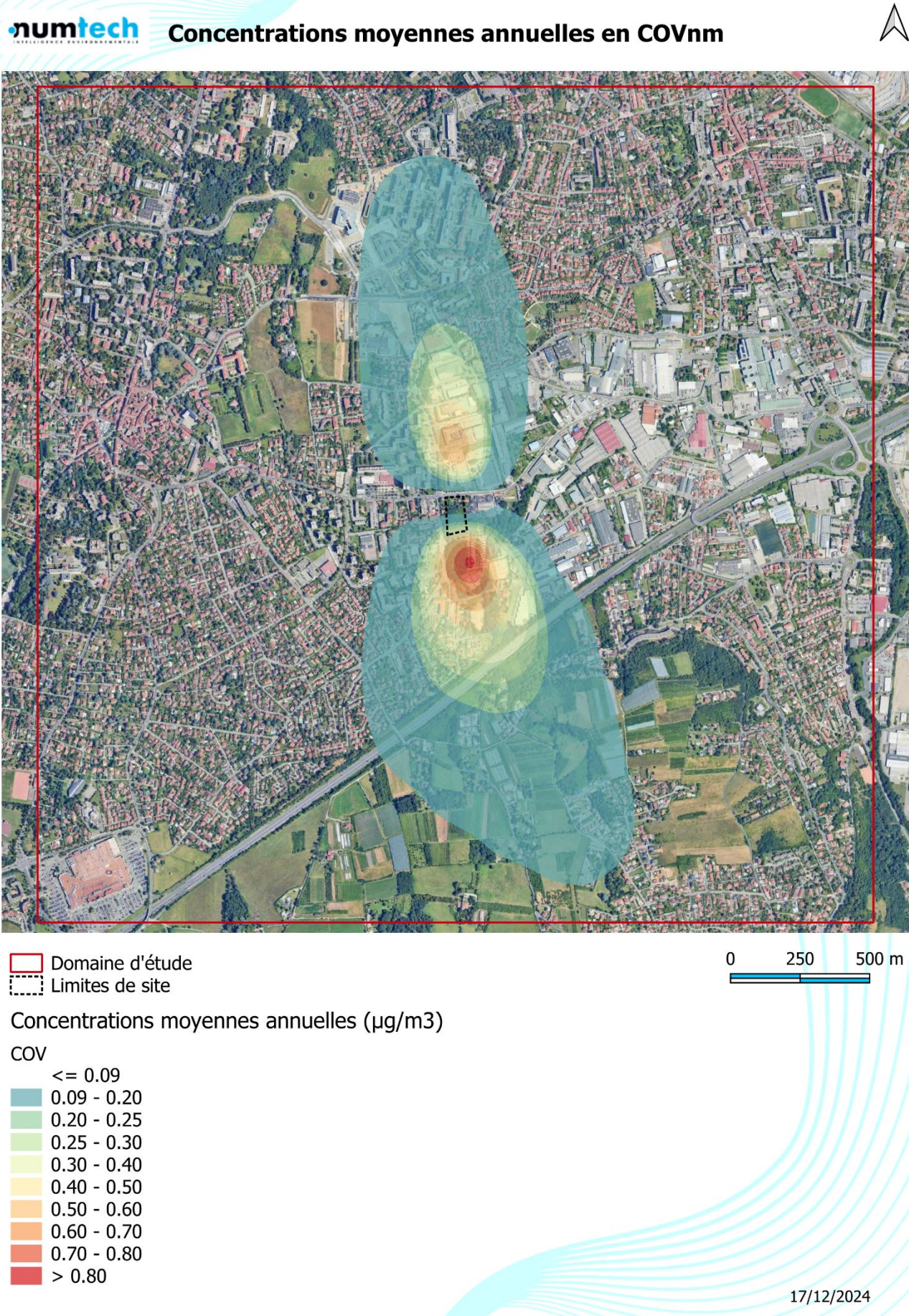
Domaine d'étude
 Limites de site

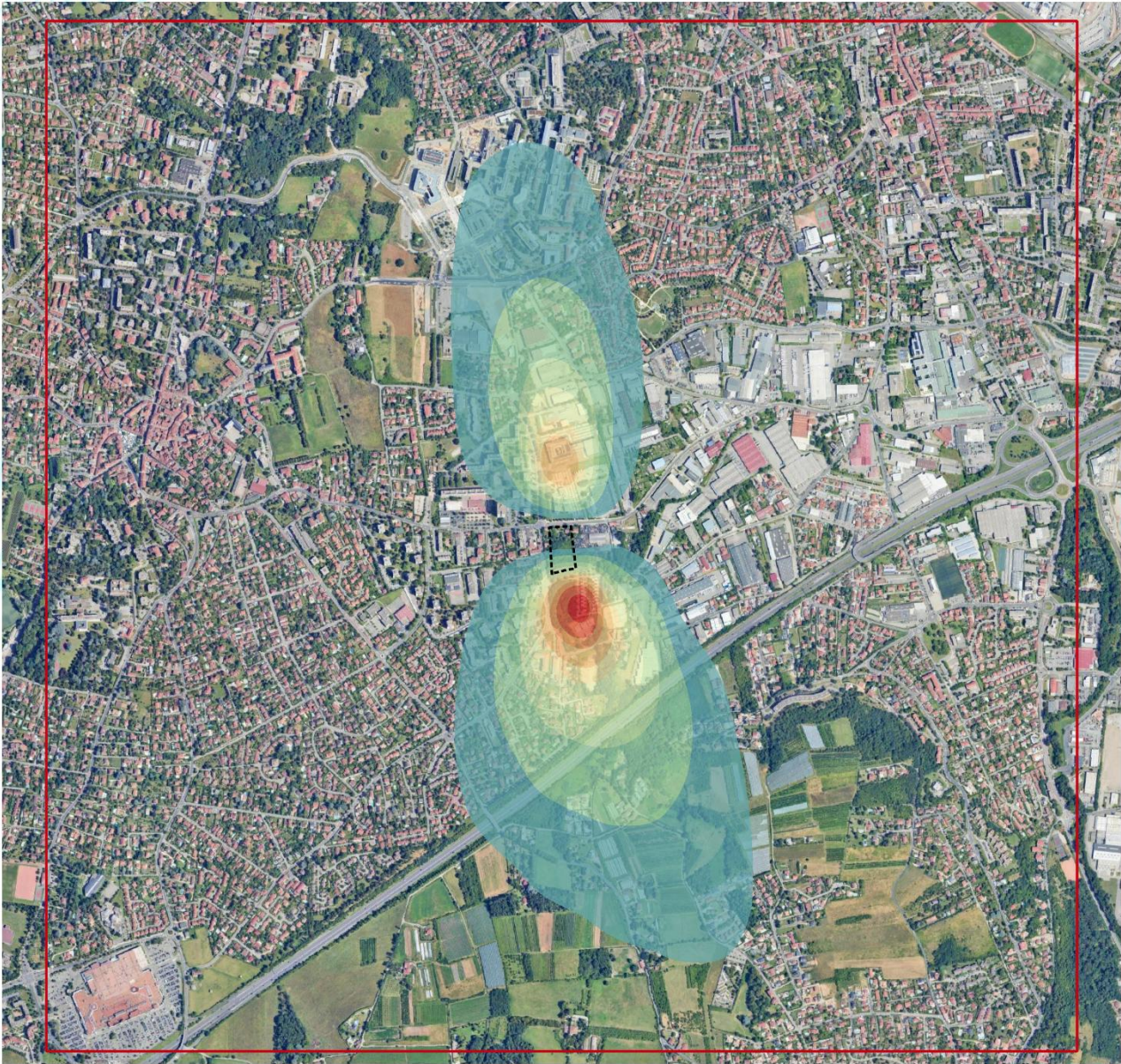
0 250 500 m

Concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ETM2





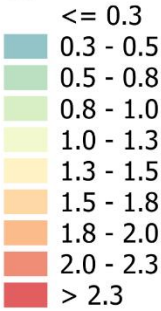


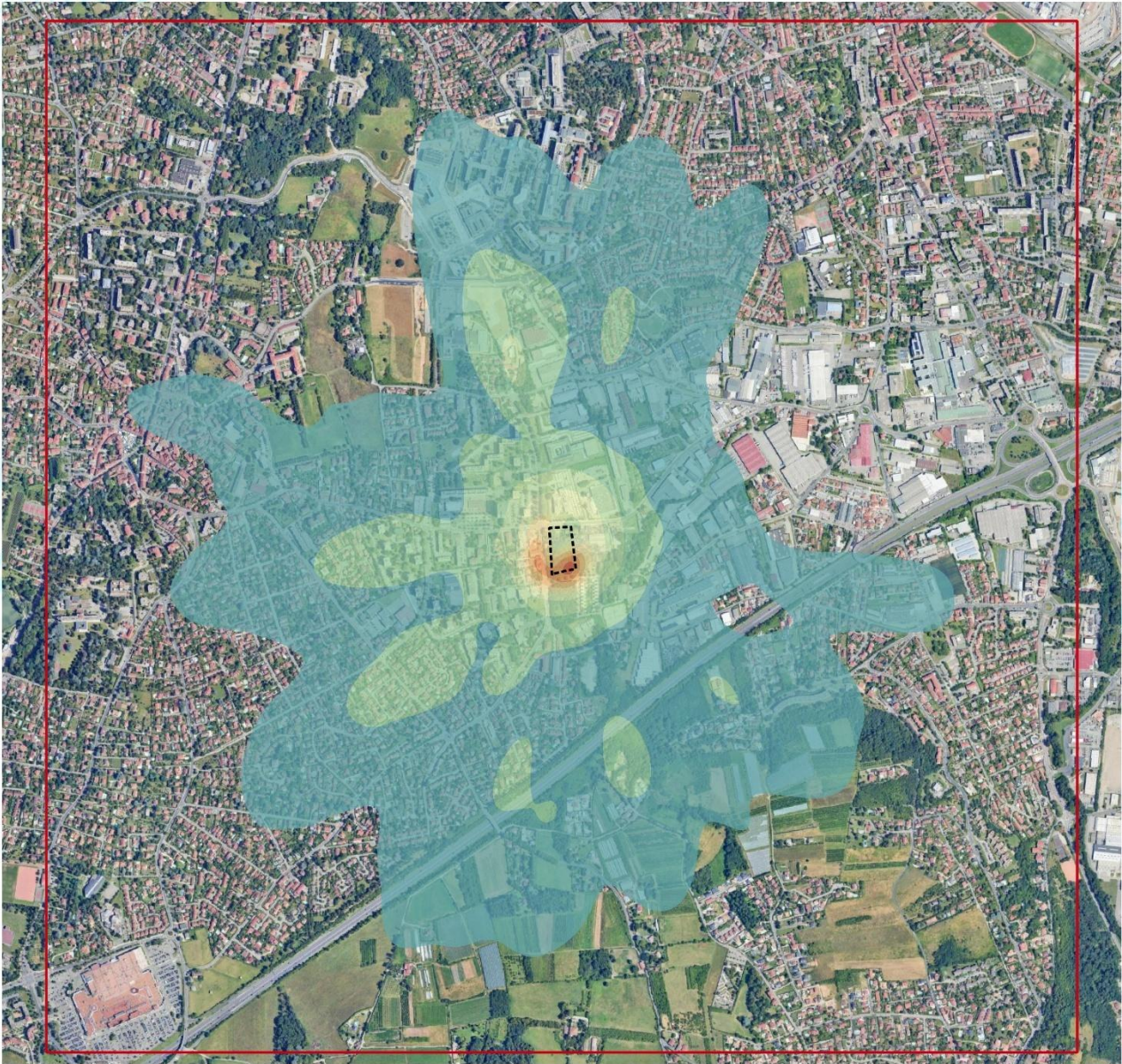
Domaine d'étude
 Limites de site

0 250 500 m

Concentrations moyennes annuelles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CO



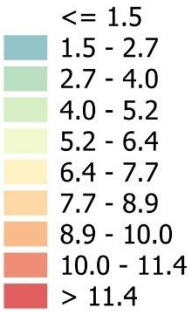


Domaine d'étude
 Limites de site

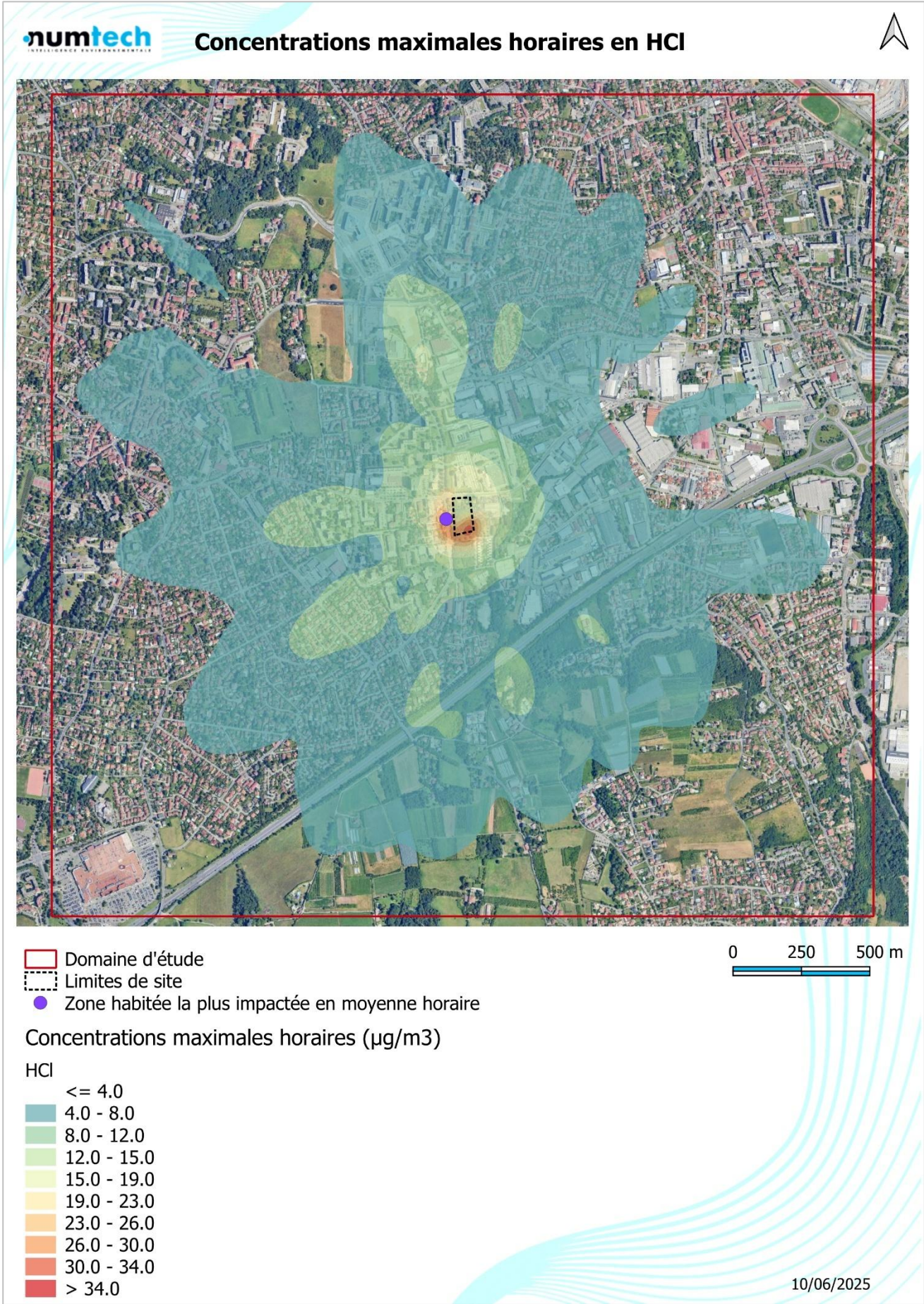
0 250 500 m

Concentrations maximales horaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

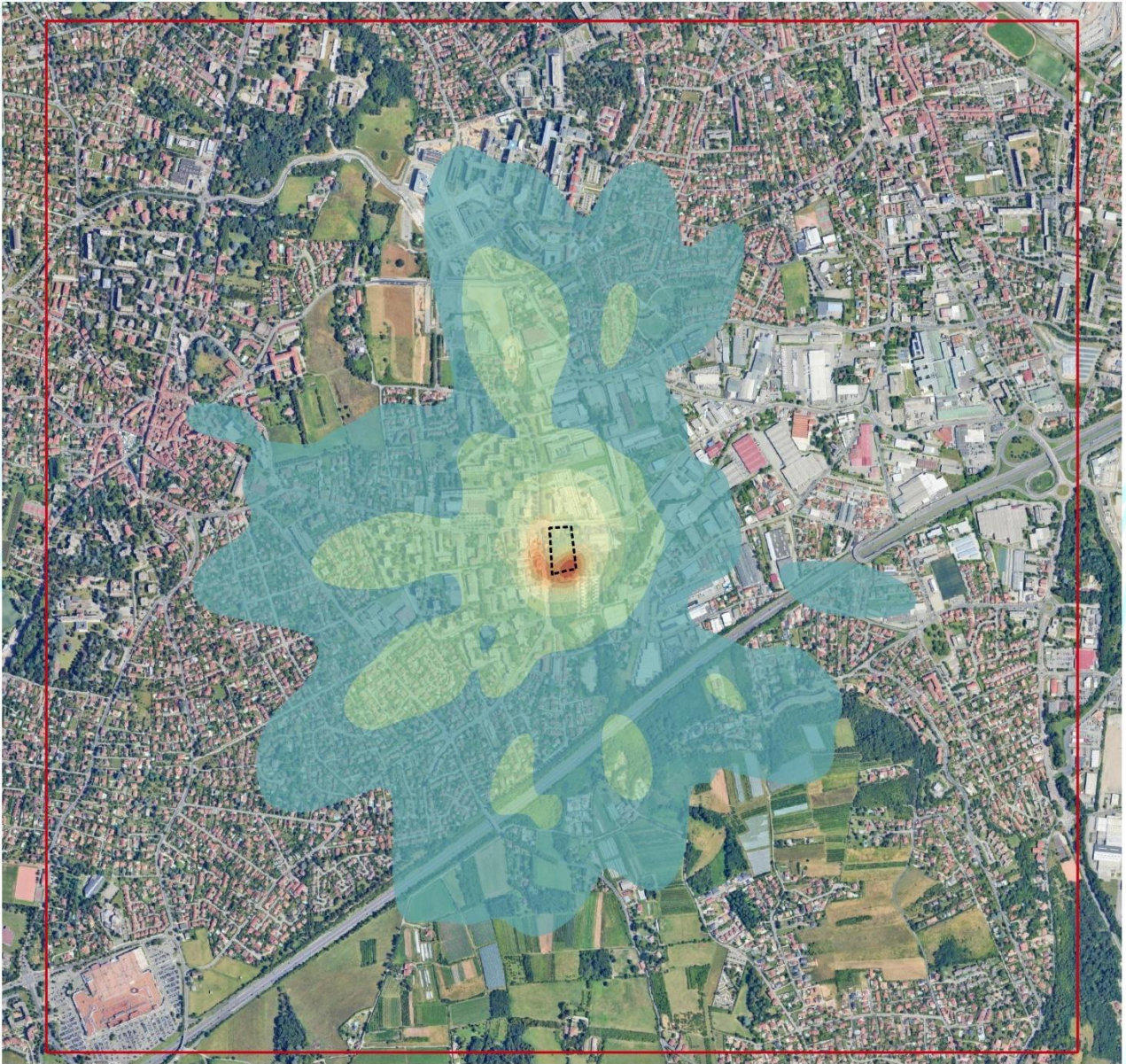
HF



10/06/2025



Concentrations maximales horaires en CO



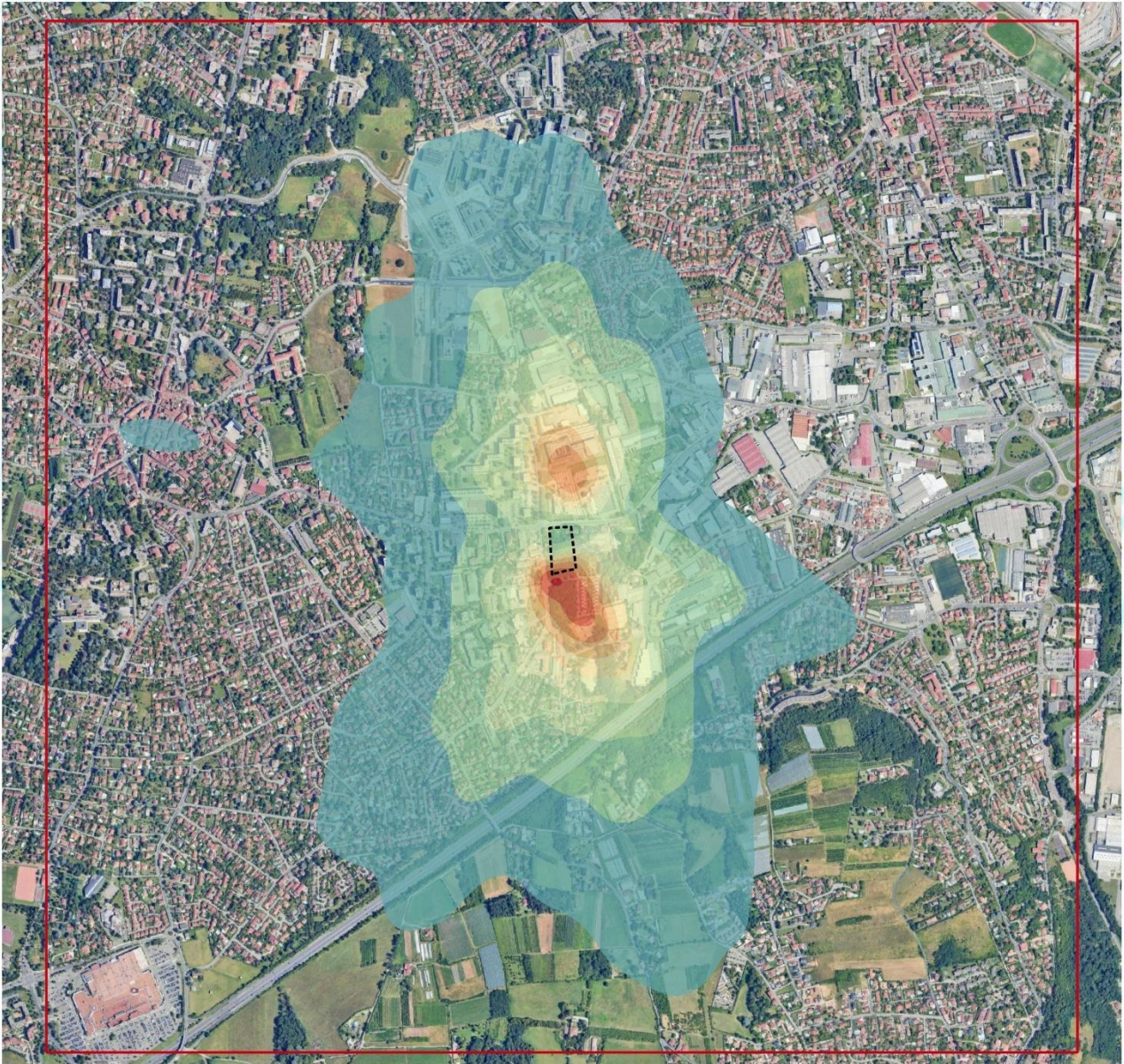
- Domaine d'étude
- Limites de site



0 250 500 m


Concentrations maximales horaires ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CO

- ≤ 25.0
- 25.0 - 40.0
- 40.0 - 60.0
- 60.0 - 75.0
- 75.0 - 95.0
- 95.0 - 115.0
- 115.0 - 130.0
- 130.0 - 145.0
- 145.0 - 165.0
- > 165.0













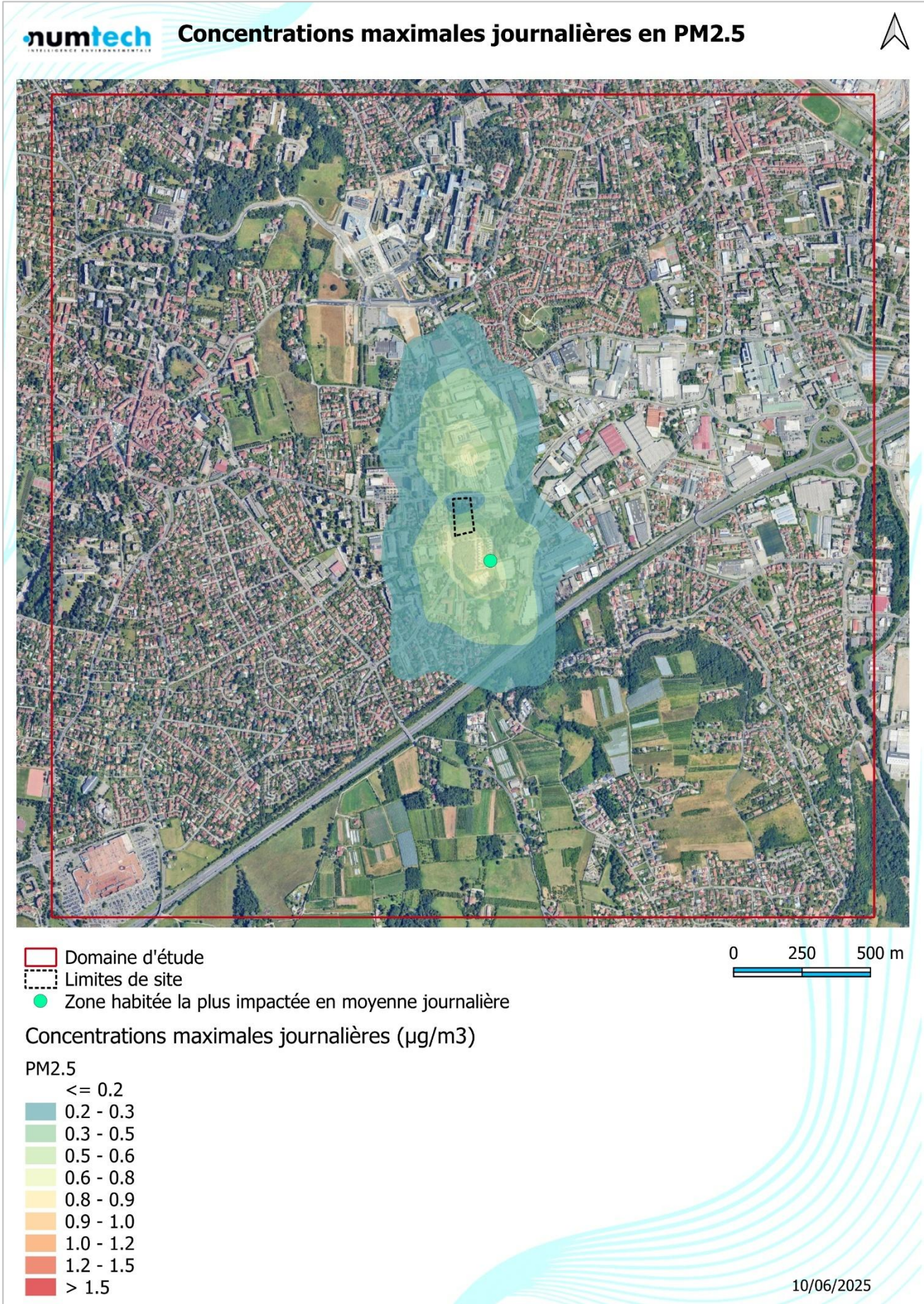
 Domaine d'étude
 Limites de site

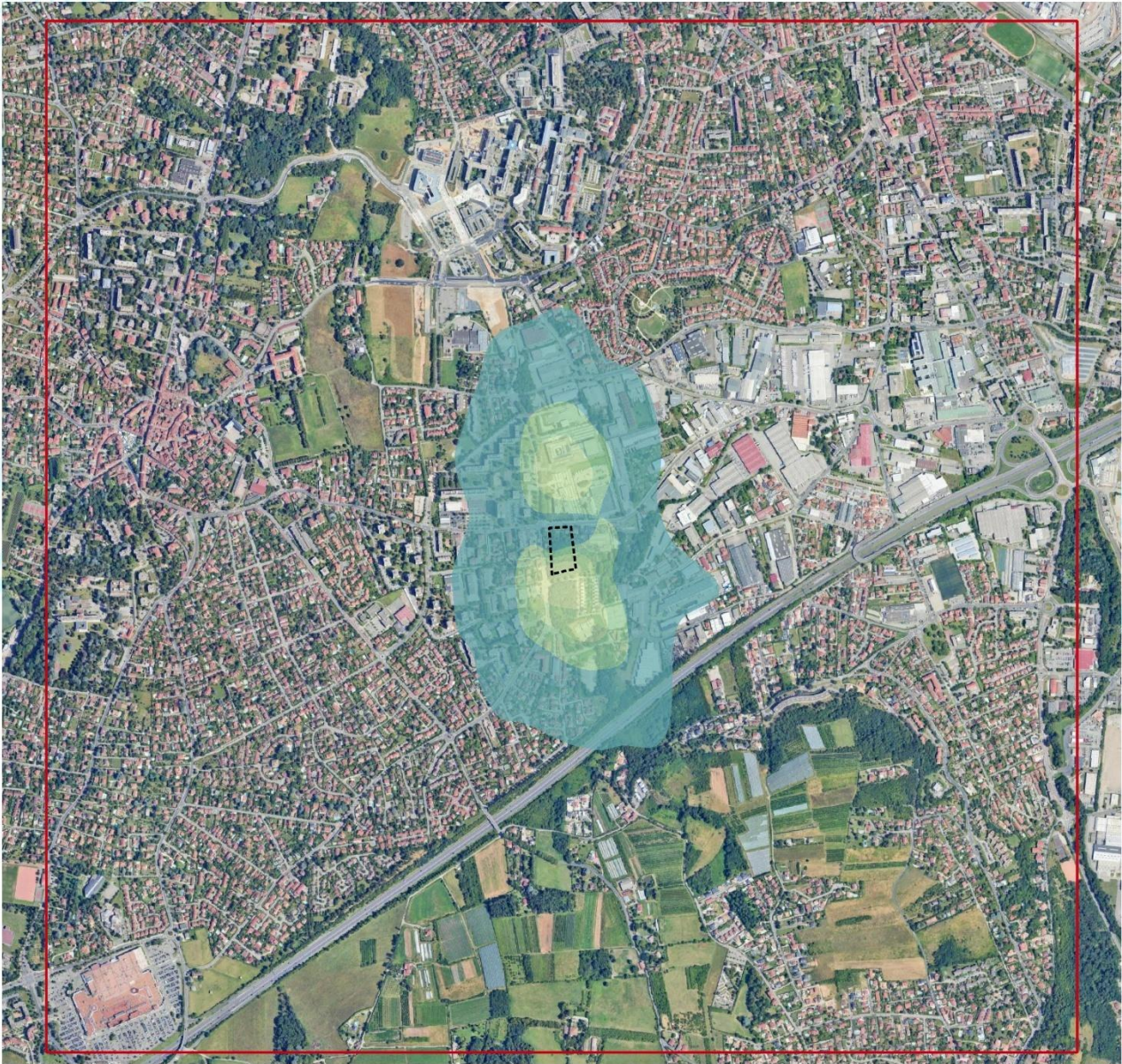
0 250 500 m


Concentrations maximales journalières (µg/m3)

SO2

-  ≤ 2.1
-  2.1 - 3.7
-  3.7 - 5.4
-  5.4 - 7.0
-  7.0 - 8.6
-  8.6 - 10.3
-  10.3 - 11.9
-  11.9 - 13.5
-  13.5 - 15.2
-  > 15.2



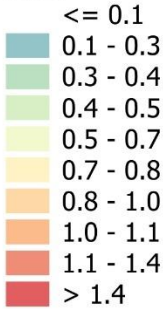


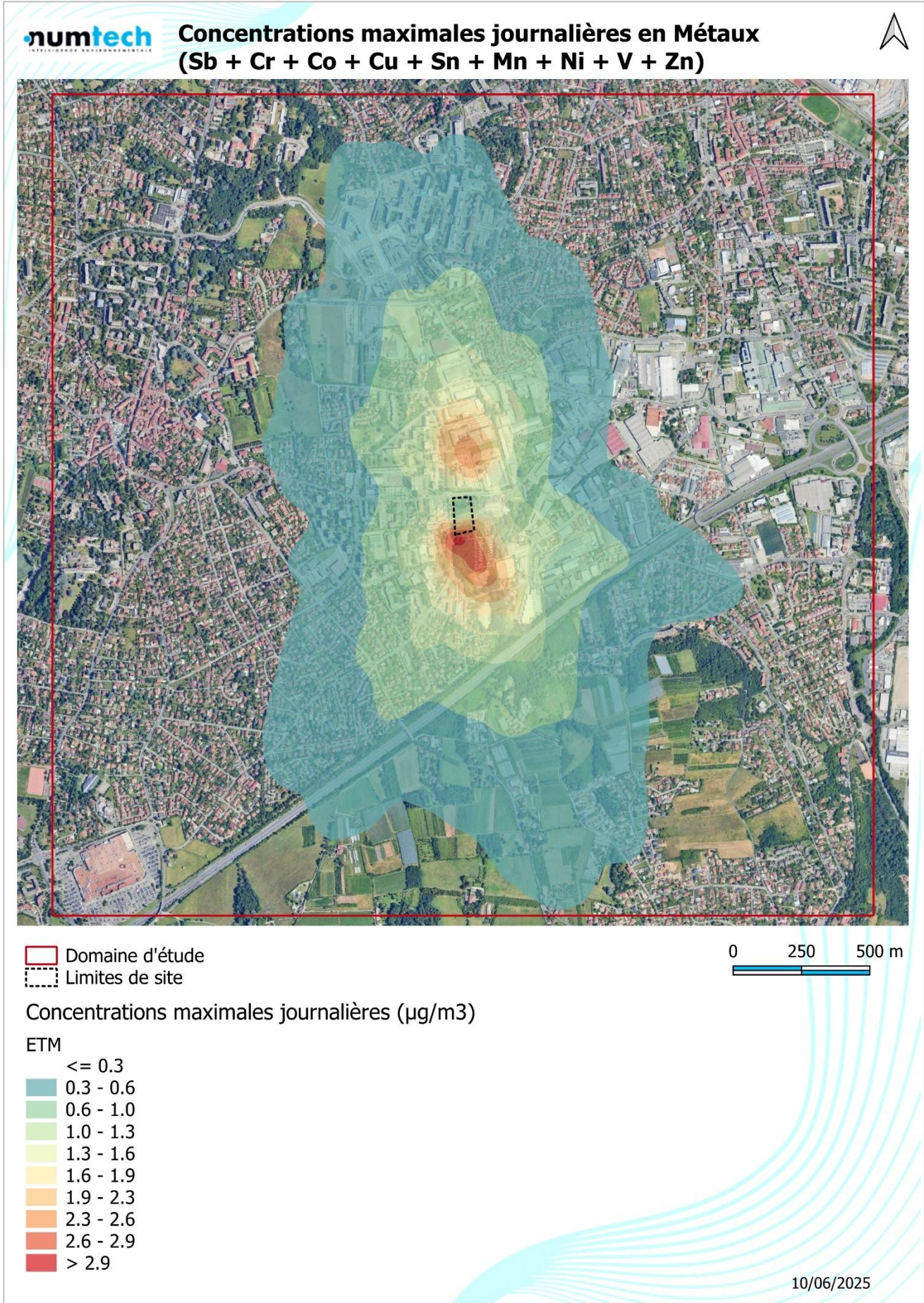
Domaine d'étude
 Limites de site

0 250 500 m

Concentrations maximales journalières ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

PM10





Annexe 5. Hypothèses retenues pour la modélisation de la dispersion atmosphérique

Un rapport complet détaillant les hypothèses et les résultats de la dispersion atmosphérique des rejets du projet a été réalisé (réf : 202.0524 - CORIANCE - Chaufferie St.Genis.Laval - Rapport QA - V1.0).

1. Caractéristiques du modèle de dispersion

Modèle de dispersion mis en œuvre pour l'étude : modèle gaussien de seconde génération **ADMS version 6** :

- **modèle développé spécifiquement pour la réalisation d'études d'impact**, qui allie à la fois capacité à réaliser des calculs sur une période météorologique permettant de prendre en compte une large gamme de situations météorologiques (jusqu'à 5 années de données horaires), tout en prenant en compte des phénomènes complexes (effets de relief et de bâti, phénomènes de dépôt, surélévation, météorologie complexe,...) ;
- **modèle internationalement reconnu et validé** par comparaison à des mesures dans l'environnement (validé suite à l'utilisation du « Model Validation Kit », voir Hanna et al. 1999²) ;
- **type de modèle adapté à la réalisation de l'étude** compte tenu des caractéristiques de l'installation et de son projet, du domaine d'étude et des objectifs ;
- description de la stabilité atmosphérique par la méthode d'**analyse d'échelle de Monin-Obukhov** ;
- **cycle diurne du développement de la couche de mélange atmosphérique** pris en compte grâce au calcul de la hauteur de couche limite qui tient compte des heures précédentes dans la journée ;
- **surélévation des panaches à l'émission** pris en compte via **un modèle intégral de trajectoire 3D** en sortie de cheminée ;
- phénomènes d'accumulation et de recirculation non pris en compte (ADMS est un modèle qui calcule la contribution directe des panaches de la seule installation étudiée).

2. Hypothèses de modélisation

- Domaine d'étude / grille de calcul :
 - Etendue : 3 x 3 km²
 - Résolution : 25 m
 - Position : centrée sur les sources émettrices étudiées



- Polluants modélisés :

- ☒ Gazeux (26) :

- SO₂
- NO₂
- CO
- HCl
- HF
- NH₃
- COV :
 - Formaldéhyde
 - Benzène
 - Acroléine
 - Styrène
 - Toluène
 - Acétaldéhyde
 - Naphtalène
 - 1,2-dibromoéthane
 - Phénol

- Tétrachlorure de carbone
- Tétrachloroéthylène
- Chlorobenzène
- 1,2-Dichloropropane
- Propionaldéhyde
- Ethylbenzène
- 1,2-Dichloroéthane
- Trichlorométhane (Chloroforme)
- Chlorure de vinyle
- Isobutyraldéhyde
- p-Tolualdéhyde

☒ Particulaires (16) :

- PM₁₀
- PM_{2.5}
- Benzo(a)pyrène
- Dioxines/furanes
- Métaux :
 - Cadmium
 - Mercure
 - Thallium
 - Arsenic
 - Sélénium
 - Tellure
 - Plomb
 - Antimoine
 - Chrome
 - Cobalt
 - Cuivre
 - Manganèse
 - Nickel
 - Vanadium
 - Zinc

- Caractéristiques des polluants :

Gaz :

Les polluants gazeux sont assimilés à des traceurs passifs à l'exception du NO₂, pour lequel les principales réactions chimiques sont prises en compte.

Cas particulier du NO₂

La famille des oxydes d'azote (NO_x) est composée du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO₂). Ce dernier étant le composé le plus nocif, et le seul à disposer d'une valeur guide, il est donc nécessaire de connaître la répartition NO_x/NO₂ dans l'environnement, à partir d'une simulation effectuée sur les NO_x. Cependant, la connaissance de cette répartition n'est pas directe, puisqu'elle est très variable et dépend de nombreux facteurs : répartition NO/NO₂ à la source, ensoleillement, niveaux de fond en NO, NO₂ et O₃, temps de transport depuis la source. Afin de déterminer la fraction

de NO₂ contenue dans les concentrations de NO_x simulées par le modèle dans l'environnement, le module photochimique disponible dans le modèle ADMS a été activé. Pour ces calculs, la pollution de fond horaire en NO, NO₂ et O₃ a été intégrée, sur la base des mesures de Atmo Auvergne-Rhône-Alpes disponibles à la station Gerland, au pas de temps horaire.

Par conséquent dans le cas particulier des NO_x, les concentrations simulées par le modèle intègrent cette pollution de fond, et non uniquement la contribution du projet comme pour les autres polluants. Un post-traitement est donc appliqué afin d'estimer la contribution seule du projet (ce post-traitement ne consiste pas simplement à retrancher une pollution de fond moyenne, il est nécessaire de recalculer un équilibre chimique).

Particules :

Polluant	Densité	Diamètre
PM ₁₀	1 000 kg/m ³	10 µm
PM _{2.5}	1 000 kg/m ³	2.5 µm
Métaux, HAP, Dioxines	1 000 kg/m ³	2.5 µm

- Source(s) modélisée(s) :

☒ Ponctuelles(s) :

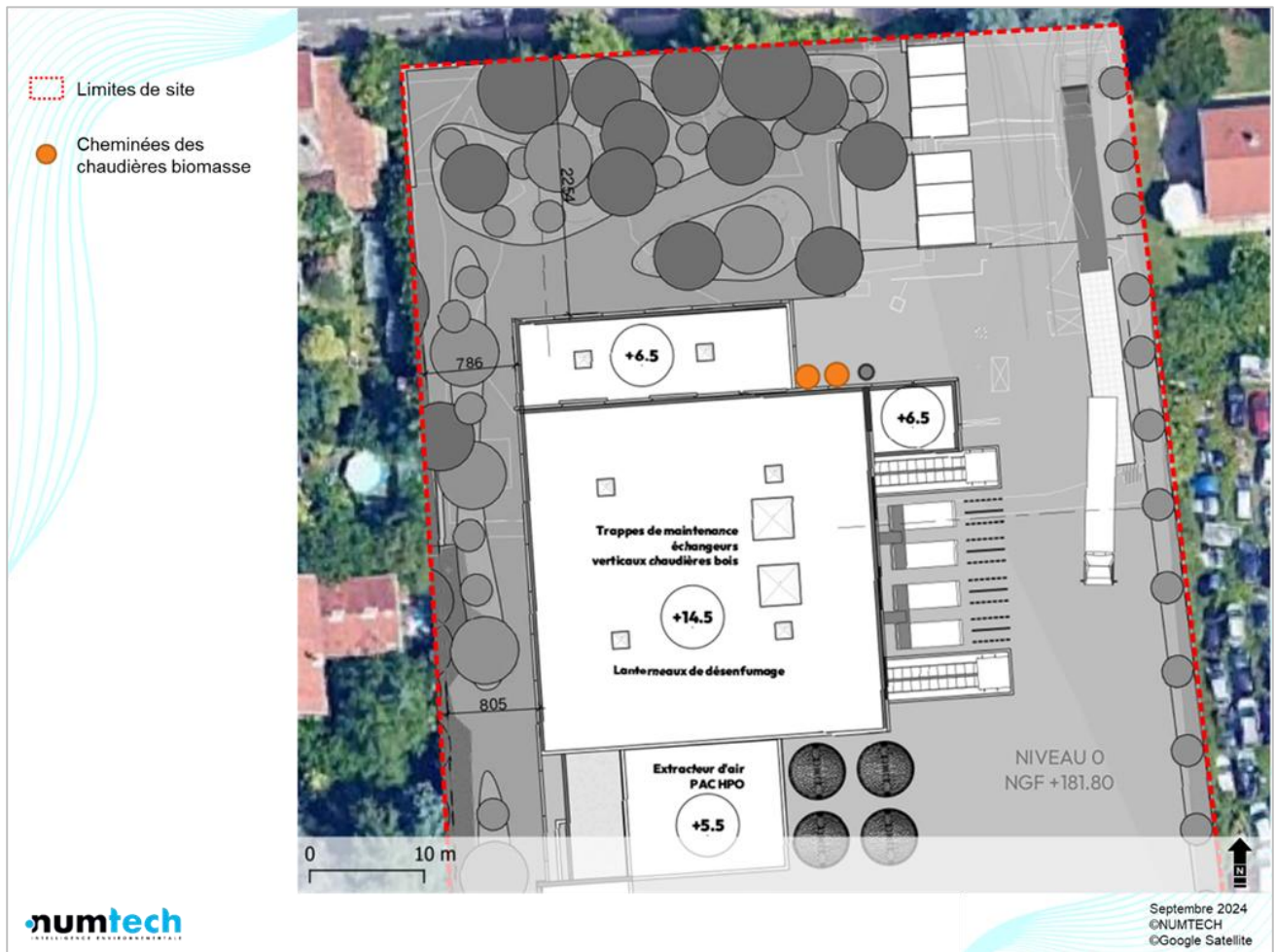
- cheminées des 2 chaudières biomasse

☐ Surfactive(s)

☐ Volumiques(s)

☐ Linéique(s)

- Localisation des sources modélisées :



- Scénarios modélisés :

Un seul scénario de fonctionnement a été modélisé. Il s'agit du mode de fonctionnement normal de l'installation.

- Caractéristiques des sources modélisées :

Les caractéristiques à l'émissions et les concentrations de polluants considérés sont décrites en détail dans le paragraphe 2.

- Données météorologiques :

☒ Mesurées pour les paramètres suivants :

- Vitesse du vent
- Direction du vent
- Température
- Cumul horaire de précipitation
- Nébulosité

Source des données mesurées : Données météorologiques mesurées à la station de Lyon-Bron, située à environ 10km de la chaufferie

☒ Simulées pour les paramètres suivants :

- Nébulosité
- Rayonnement solaire

Source des données simulées : En raison d'un taux important de données manquantes en nébulosité, et afin de compléter les données des paramètres nécessaires à ADMS pour évaluer la stabilité atmosphérique, des données simulées à haute résolution issues du modèle de prévision numérique AROME de Météo-France ont été extraites au point le plus proche du site

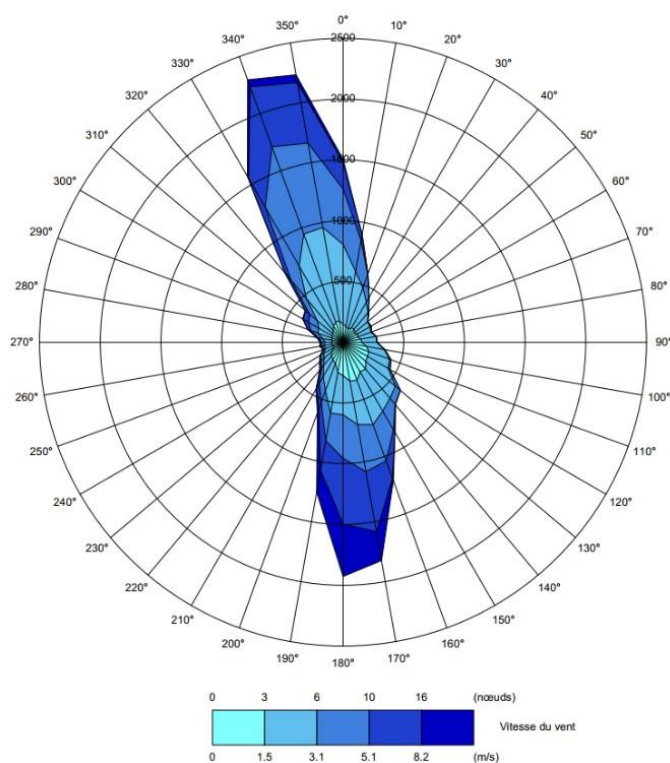
Période météorologique : du 1^{er} janvier 2021 au 31 décembre 2023, soit 3 années, conformément aux préconisations du guide INERIS

Fréquence des données : horaire

• Rose des vents sur la période retenue :

- Données météo mesurées à la station
Météo-France de Lyon-Bron
- Années 2021 - 2023
- Fréquence horaire

Les directions affichées indiquent les provenances des vents



• Conditions de vents calmes :

☒ Pris en compte ☐ Non pris en compte

Environ 5 % de vents de vitesse inférieure à 0.75 m/s sur la période météorologique considérée.

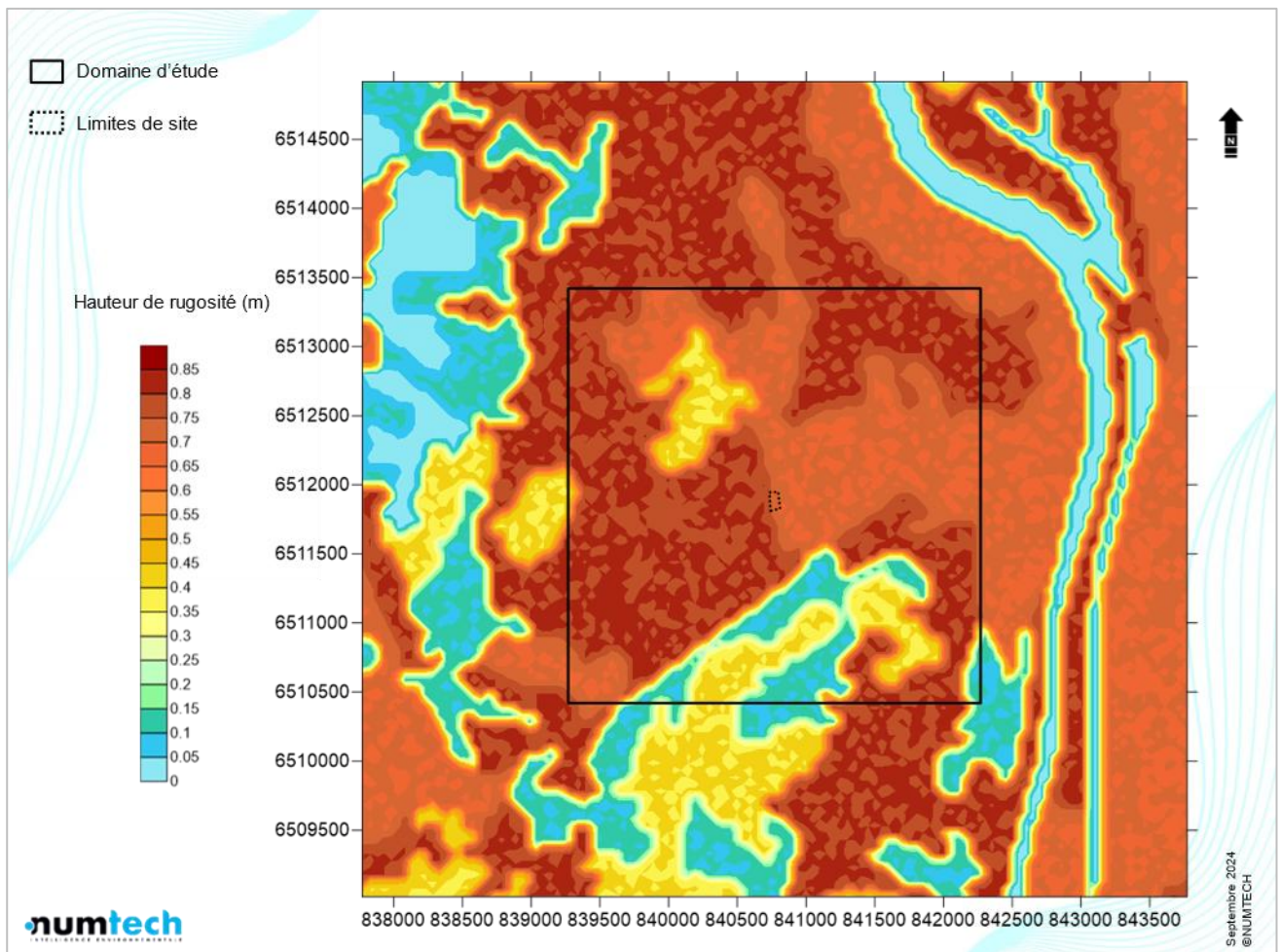
- Nature des sols :

☒ Variable

☐ Homogène

Origine des données : Base de données Corine Land Cover (SeOS)

- Cartographie de la rugosité modélisée sur la zone d'étude :



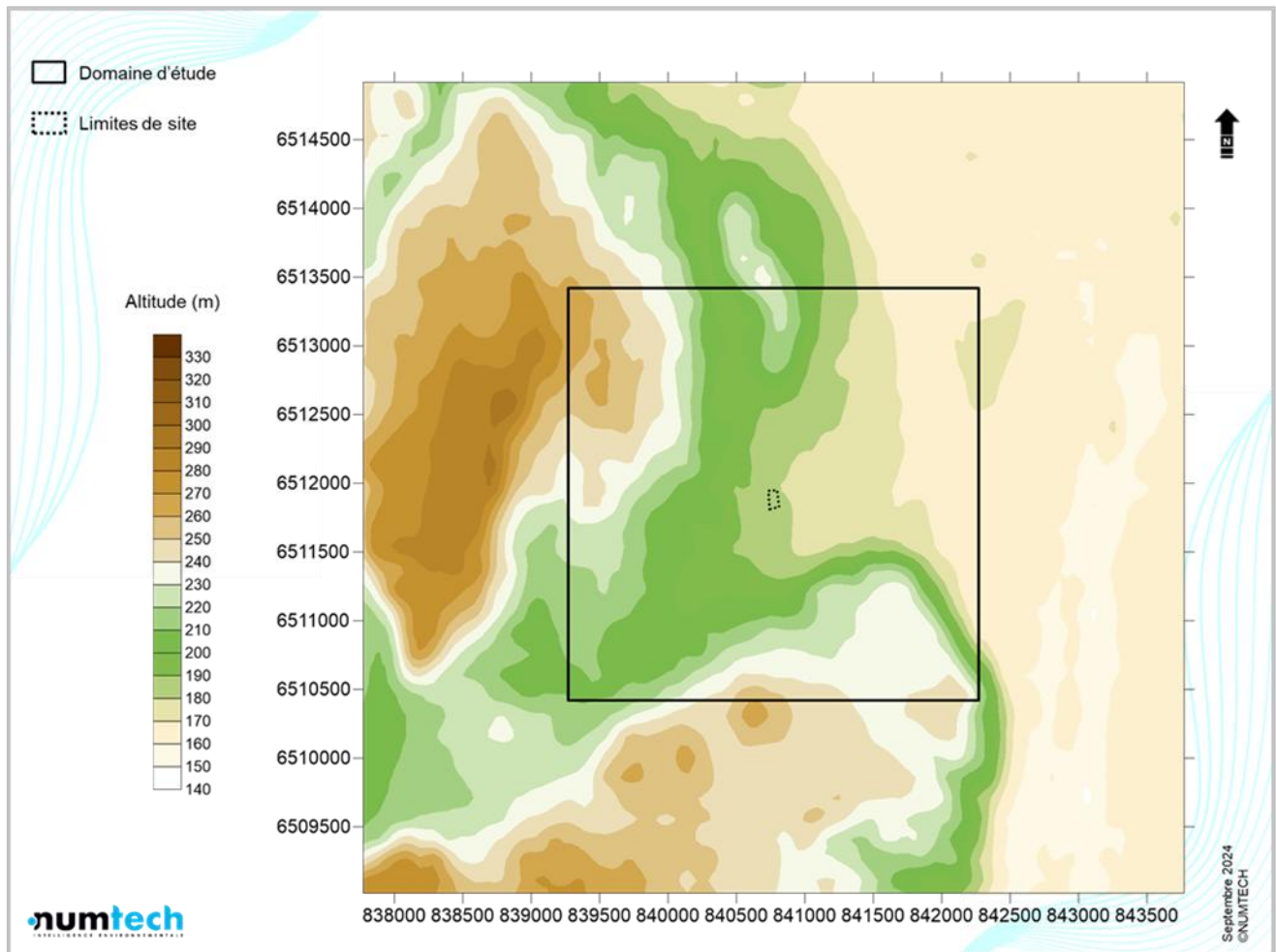
- Effet du relief :

☒ Pris en compte

☐ Non pris en compte

Les valeurs utilisées sont issues de la base de données SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) de la NASA (National Aeronautics and Space Agency), la NGA (National Geospatial-intelligence Agency) et des agences spatiales allemandes et italiennes. La résolution des données fournies au modèle est de 50 m.

- Cartographie de la topographie modélisée sur la zone d'étude :



- Effet du bâti et des obstacles :

☒ Pris en compte ☐ Non pris en compte



Annexe 6. MODUL'ERS

Annexe fournie à part

Annexe 7. Rapport d'IEM

Annexe fournie à part

