

Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement

*Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative*

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :

Dossier complet le :

N° d'enregistrement :

2018-KKP-1630

1. Intitulé du projet

2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)

2.1 Personne physique

Nom

Prénom

2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

Nom, prénom et qualité de la personne
habilitée à représenter la personne morale

RCS / SIRET

□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□

Forme juridique

Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1

3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet

N° de catégorie et sous catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))

4. Caractéristiques générales du projet

Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire

4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition

4.2 Objectifs du projet

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s)
d'implantation

Coordonnées géographiques¹

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7°a, 9°a), 10°, 11°a) et b), 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Point d'arrivée :

Long. ___° ___' ___" Lat. ___° ___' ___"

Communes traversées :

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?

Oui

Non

4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?

Oui

Non

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère de l'environnement vous propose un regroupement de ces données environnementales par région, à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Les-donnees-environnementales-.html>.

Cette plateforme vous indiquera la définition de chacune des zones citées dans le formulaire.

Vous pouvez également retrouver la cartographie d'une partie de ces informations sur le site de l'inventaire national du patrimoine naturel (<http://inpn.mnhn.fr/zone/sinp/espaces/viewer/>).

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
En zone de montagne ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D'un site classé ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il **susceptible** d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? <i>Appréciez sommairement l'impact potentiel</i>
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

	Engendre-t-il des odeurs ? Est-il concerné par des nuisances olfactives ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des vibrations ? Est-il concerné par des vibrations ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des émissions lumineuses ? Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Emissions	Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des effluents ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquelles :

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui Non Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	<input type="checkbox"/>
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	<input type="checkbox"/>
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	<input type="checkbox"/>
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	<input type="checkbox"/>
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	<input type="checkbox"/>
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	<input type="checkbox"/>

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet

9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus

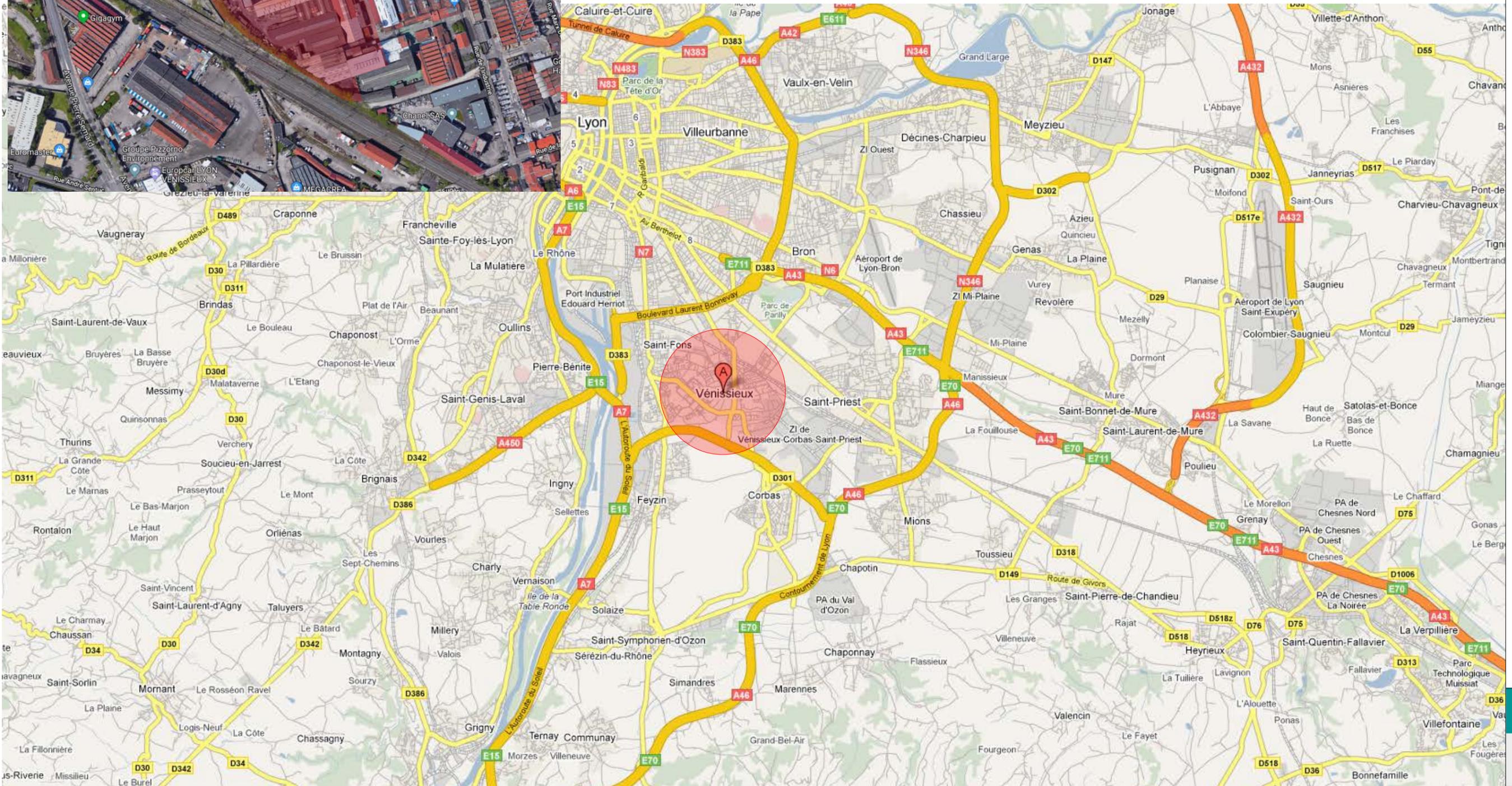
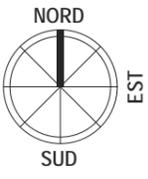
Fait à

le,

Signature



vue aérienne



**EXTENSION DU BATIMENT 10 - CARBONE SAVOIE VENISSIEUX
 PC1 PLAN DE SITUATION échelle 1/25 000**





Plan des abords

Projet d'extension du four F10 de Carbone Savoie Vénissieux

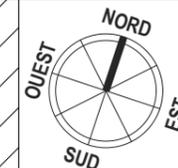
	Services administratifs
	Lieu de culte
	Pratique sportive
	Bâtiment à caractère industriel, commercial ou agricole
	Autre bâtiment
	Réservoir d'eau
	Barrage, dalle de protection, écluse ou pont
	Cimetière
	Construction remarquable
	100m depuis les limites de propriété
	Cours d'eau

A3		Echelle: 1/3 500	Dessinateur : JJN	N° Contrat	Document	N° Ordre	Rev:
			Date: 13/09/18	3561			
Ce plan est notre propriété. Il ne peut être recopié ou reproduit sans notre autorisation.							

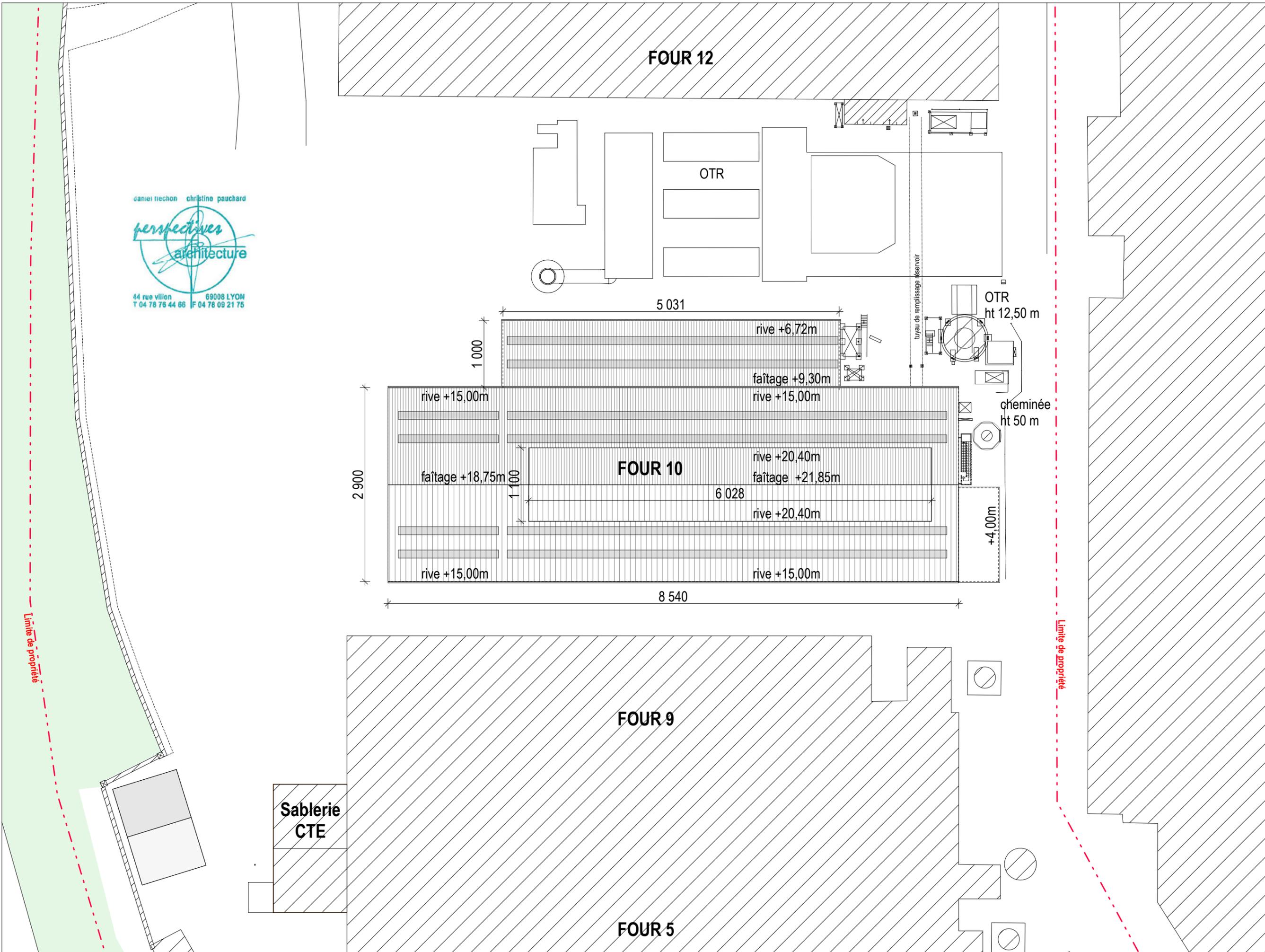
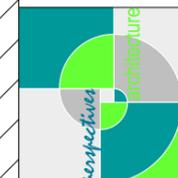
daniel riechon christine pauchard

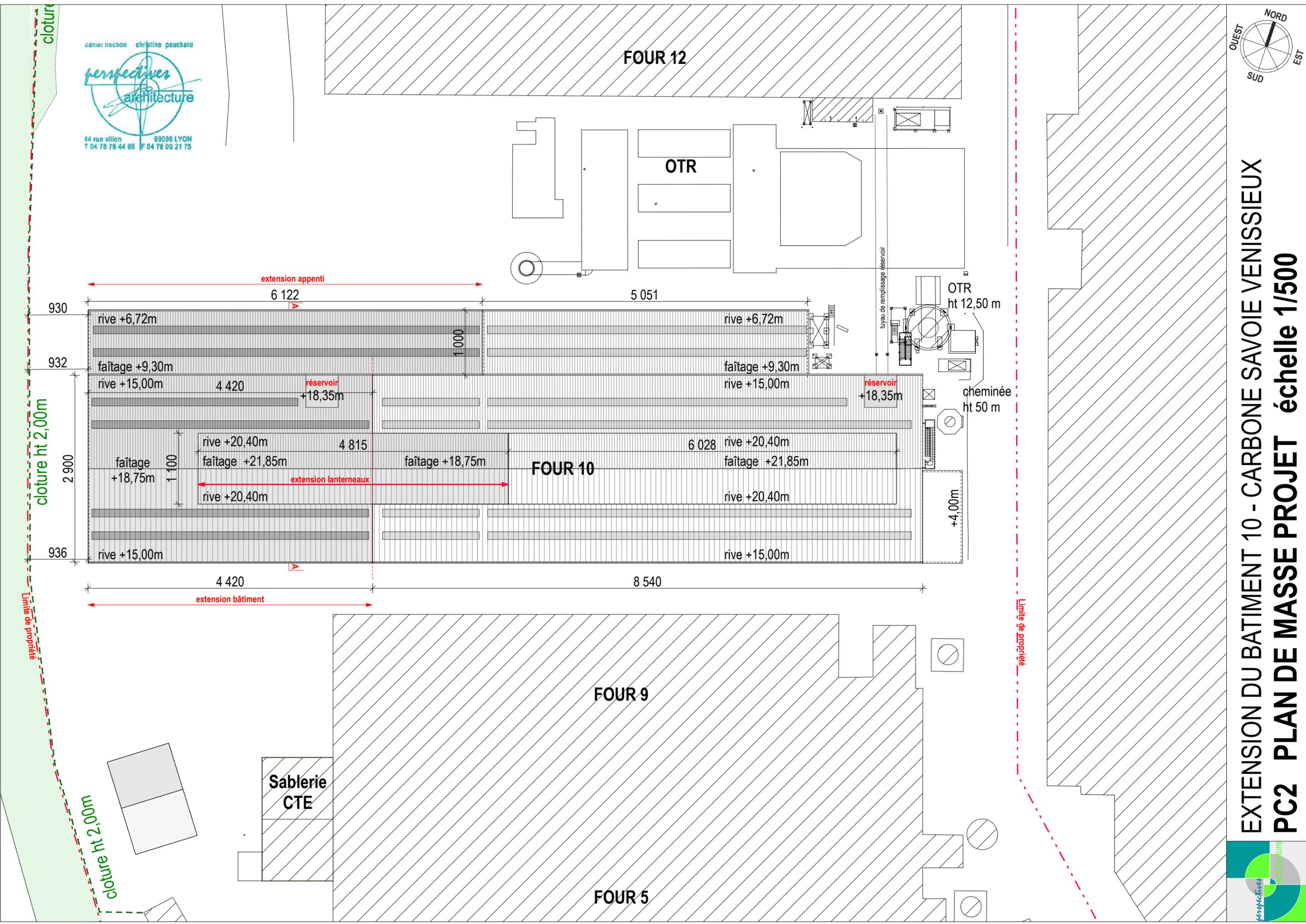


44 rue villon 69008 LYON
T 04 78 76 44 66 F 04 78 09 21 75

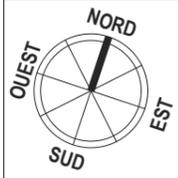
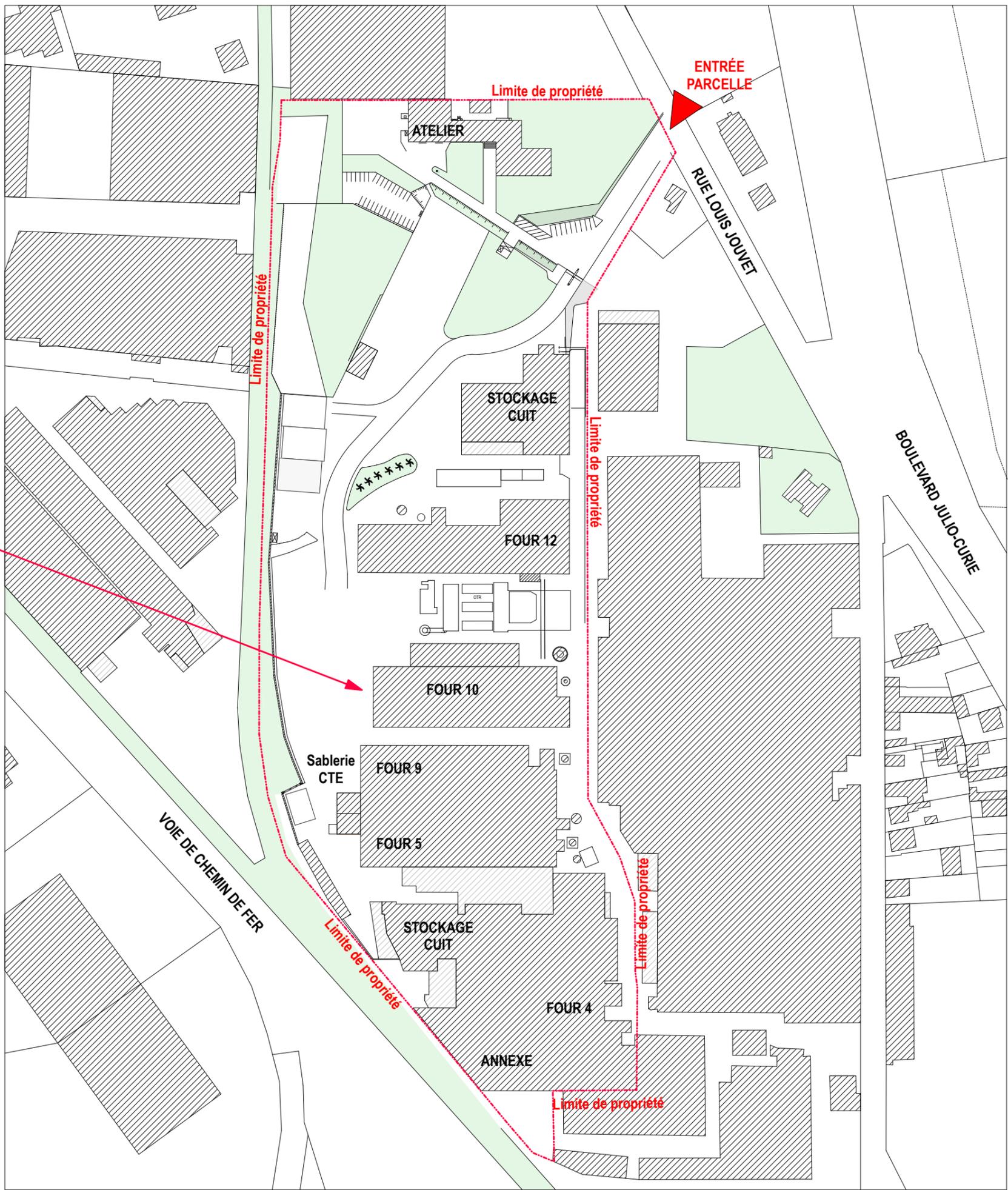


EXTENSION DU BATIMENT 10 - CARBONE SAVOIE VENISSIEUX
PC2 PLAN DE MASSE ETAT DES LIEUX échelle 1/500

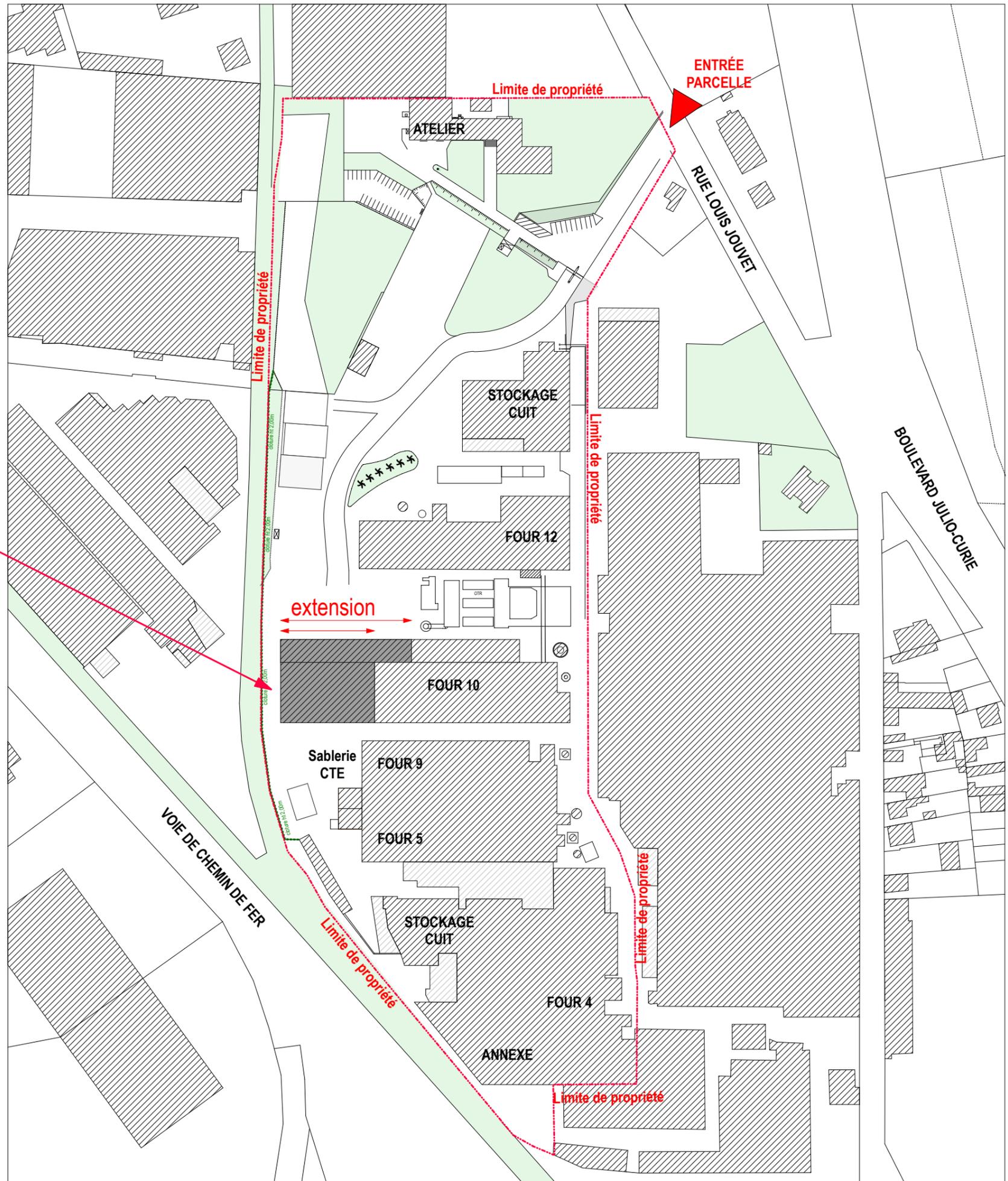




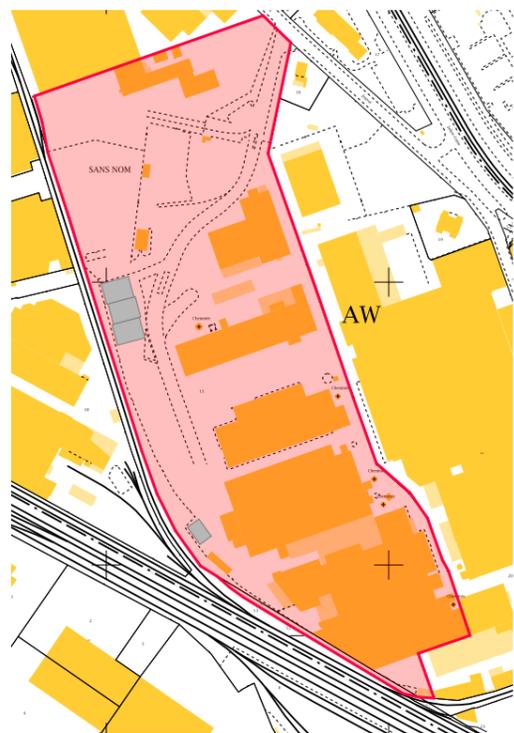
bâtiment 10
objet de la demande



bâtiment 10
 objet de la demande



1



2



bâtiment 10
objet de la demande

(photo août 2018) vue 1

daniel trechon christine pauchard



44 rue villon 69008 LYON
T 04 78 76 44 66 F 04 78 09 21 75

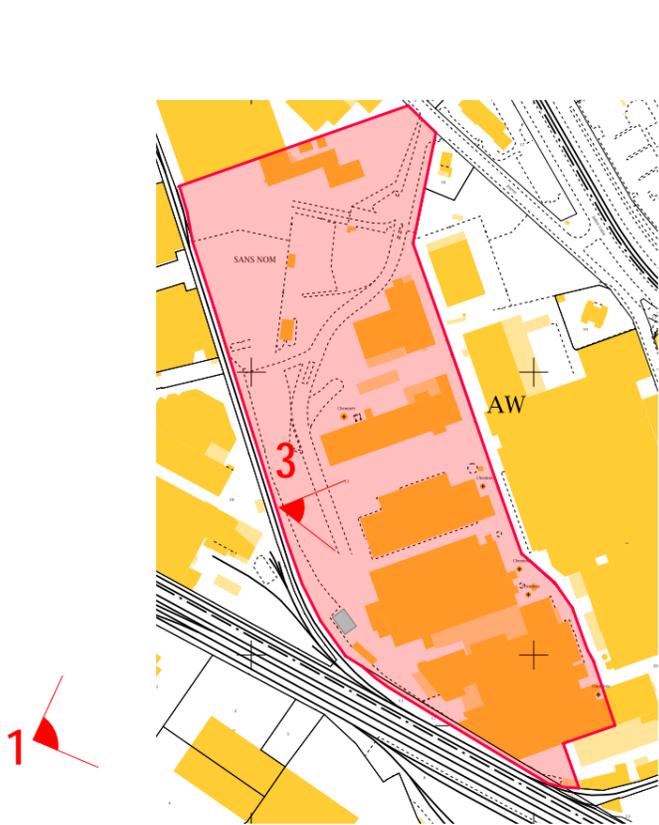


bâtiment 10
objet de la demande

(photo août 2018) vue 2

EXTENSION DU BATIMENT 10 - CARBONE SAVOIE VENISSIEUX
PC6 INSERTION DANS LE SITE





2

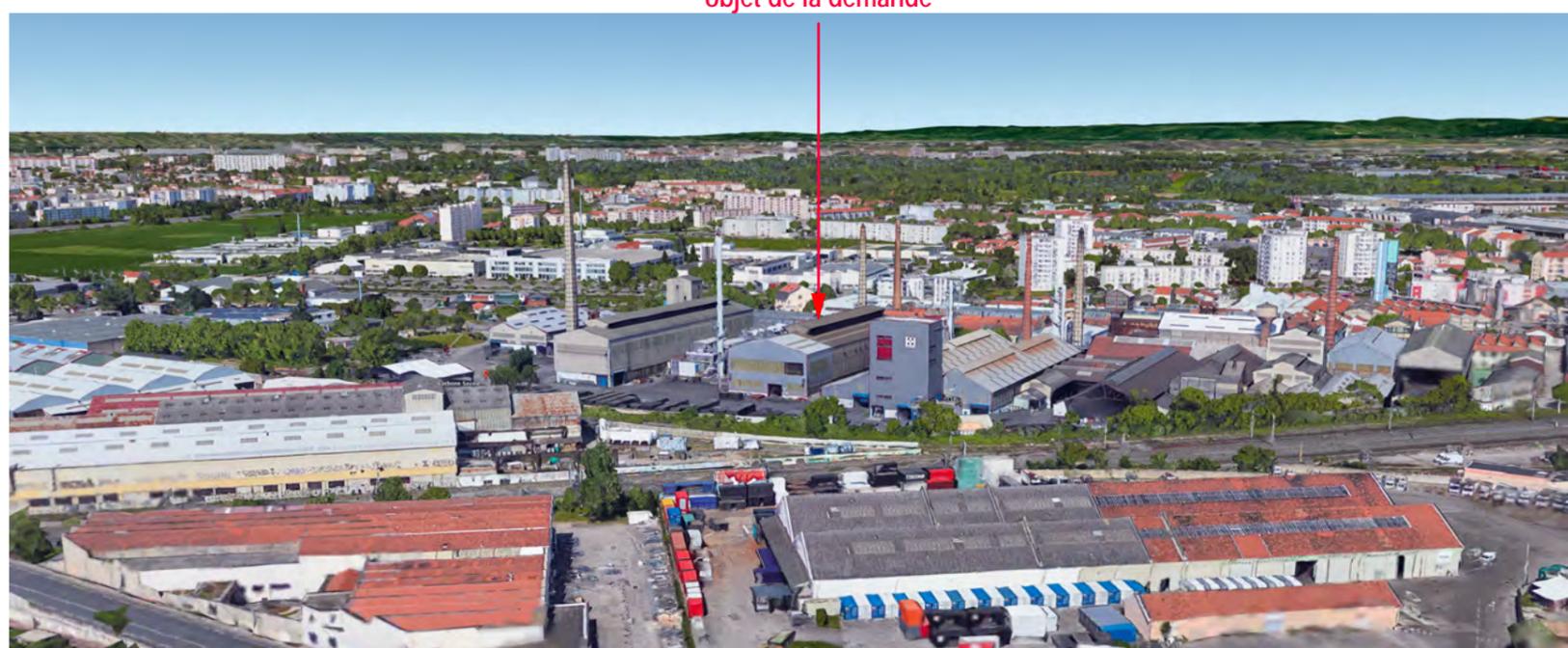


bâtiment 10
objet de la demande

(photo août 2018) Photo 1



(photo août 2018) Photo 3



bâtiment 10
objet de la demande

(photo août 2018) Photo 2

EXTENSION DU BATIMENT 10 - CARBONE SAVOIE VENISSIEUX
PC7/PC8 PHOTOGRAPHIE DU SITE



Septembre 2018



CARBONE SAVOIE

Site de Vénissieux (69)

Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires

Références : Rapport ARIA/2018.049

Documents associés : -

Type de document : Rapport d'études

Avancement du document : Version 1

Accessibilité : Restreint

"Un seul métier,
L'environnement Atmosphérique"

ARIA Technologies SA

8-10 rue de la Ferme – 92100 Boulogne Billancourt

Tél. : +33 (0)1 46 08 68 60 – Fax : +33 (0)1 41 41 93 17 – E-mail : info@aria.fr - <http://www.aria.fr>

S.A au capital de 779 947 € - SIRET 379 180 474 00049 – Code APE 6201Z – RCS Nanterre B 379 180 474

ARIA Technologies	Titre : Site de Vénissieux (69) – Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires						
N° rapport ARIA	18.049						
N° action ARIA	18.196						
Nombre de pages	142	Nombre de figures	21	Nombre de tableaux	52	Nombre d'annexes	6
Auteur(s)	ARIA Technologies, Alisson GODART, Ingénieur d'Etudes - Qualité de l'air Anne-Sophie SAFFRE, Chef de projet – Qualité de l'air						
Sous-traitants	-						
Intérêt documentaire	Accessibilité		Confidentielle		Libre		
Oui		Non	ARIA Technologies		Restreinte		
Etat du document	Rédacteurs Nom/Date			Relecteur Nom/Date			
Version V1	Alisson GODART Ingénieure d'études Anne-Sophie SAFFRE Chef de projet Le 11/09/2018			Lydia RICOLLEAU, Responsable du pôle Etudes Le 13/09/2018			
DIFFUSION	Date	DESTINATAIRES				Nombre	
Diffusion informatique	14/09/2018	CARBONE SAVOIE				1	
Diffusion papier	-	-				-	

SOMMAIRE

1. CADRE DE L'ETUDE.....	8
2. INVENTAIRE DES EMISSIONS	9
2.1 Rejets dans l'air	9
2.1.1 Rejets Canalisés	9
2.1.2 Trafic routier	10
2.2 Rejets dans l'eau (à compléter)	11
2.3 Synthèse.....	12
3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION	13
3.1 Populations	13
3.2 Populations sensibles et installations sportives.....	15
3.3 Usages autour du site.....	16
3.3.1 Occupation des sols	16
3.3.2 Usages agricoles	17
3.3.3 Activités de loisirs	19
3.3.4 Recensement des captages AEP	19
3.4 Météorologie.....	19
3.4.1 Données météorologiques	19
3.4.2 Analyse météorologique.....	20
4. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION	24
5. INTERPRETATION DE L'ETAT DES MILIEUX (IEM)	26
5.1 Méthodologie	26
5.1.1 Etape 1 : détermination de la dégradation ou non du milieu	27
5.1.2 Etape 2 : comparaison aux valeurs de gestion disponibles	27
5.1.3 Etape 3 : grille de calcul IEM.....	27
5.2 Application au site de Vénissieux.....	28
5.3 Etat du milieu Air	29
5.3.1 Mesures disponibles.....	29
5.3.2 Evaluation de la dégradation du milieu Air attribuable à l'installation	30
5.3.3 Comparaison aux valeurs réglementaires de gestion	31
5.3.4 Grille de calcul IEM pour le milieu Air	32
5.3.5 Conclusion de l'IEM pour le milieu Air	32
5.4 Etat du milieu Sol	32
5.4.1 Mesures disponibles.....	32
5.4.2 Evaluation de la dégradation du milieu Sols attribuable à l'installation	34
5.4.3 Comparaison aux valeurs réglementaires de gestion	34
5.4.4 Grille de calcul IEM pour le milieu Sol	34
5.4.5 Conclusion pour le milieu Sols.....	38
5.5 les végétaux.....	38
5.5.1 Mesures disponibles.....	38
5.5.2 Evaluation de la dégradation.....	39
5.5.3 Comparaison aux valeurs réglementaires de gestion	39
5.5.4 Grille de calcul IEM pour le milieu « végétaux »	40
5.6 Conclusion de l'IEM.....	42
6. EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES	43
6.1 Choix des traceurs de risque, identification des dangers et relations dose-réponse.....	43

6.1.1	Substances émises par le site	43
6.1.2	Identification des dangers	45
6.1.3	Etude des relations dose-réponse	46
6.1.4	Choix des traceurs de risque	52
6.2	Etude de la dispersion atmosphérique	54
6.2.1	Données d'entrée	54
6.2.2	Détermination des concentrations dans l'air et des dépôts au sol	57
6.3	Evaluation de l'exposition humaine	66
6.3.1	Voies d'exposition	66
6.3.2	Exposition par inhalation	66
6.3.3	Exposition par ingestion	69
6.4	Caractérisation des risques.....	83
6.4.1	Méthodologie	83
6.4.2	Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil.....	85
6.4.3	Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil	87
6.5	Incertitudes	88
6.5.1	Incertitudes relatives à la modélisation atmosphérique.....	88
6.5.2	Incertitudes relatives à l'évaluation des risques sanitaires.....	90
8.	CONCLUSION.....	92
ANNEXES	ANNEXES	95
ANNEXE 1 : LISTE DES POPULATIONS SENSIBLES ET DES EQUIPEMENTS SPORTIFS DANS LE DOMAINE D'ETUDE.....	ANNEXE 1 : LISTE DES POPULATIONS SENSIBLES ET DES EQUIPEMENTS SPORTIFS DANS LE DOMAINE D'ETUDE.....	96
ANNEXE 2 : FICHES TOXICOLOGIQUES	ANNEXE 2 : FICHES TOXICOLOGIQUES	110
Dioxyde d'azote (N° CAS 10102-44-0).....	Dioxyde d'azote (N° CAS 10102-44-0).....	111
Poussières (PM10 et PM2,5)	Poussières (PM10 et PM2,5)	112
Dioxyde de soufre (N° CAS : 7446-09-5)	Dioxyde de soufre (N° CAS : 7446-09-5)	113
Monoxyde de carbone (N° CAS : 630-08-0)	Monoxyde de carbone (N° CAS : 630-08-0)	114
Benzène (N° CAS : 71-43-2).....	Benzène (N° CAS : 71-43-2).....	115
Benzo(a)pyrène (N° CAS : 50-32-8)	Benzo(a)pyrène (N° CAS : 50-32-8)	116
ANNEXE 3 : DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE ARIA IMPACT	ANNEXE 3 : DESCRIPTION DU MODELE NUMERIQUE ARIA IMPACT	119
ANNEXE 4 : CARTES DE CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE	ANNEXE 4 : CARTES DE CONCENTRATION EN MOYENNE ANNUELLE	124
ANNEXE 5 : CARTES DE DEPOTS AU SOL	ANNEXE 5 : CARTES DE DEPOTS AU SOL	134
ANNEXE 6 : RESULTATS PAR TRANCHE D'AGE DE LA CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES POUR L'EXPOSITION PAR VOIE DIGESTIVE	ANNEXE 6 : RESULTATS PAR TRANCHE D'AGE DE LA CARACTERISATION DES RISQUES SANITAIRES POUR L'EXPOSITION PAR VOIE DIGESTIVE	140

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

Tableau 1 : composés réglementés et émis à l'atmosphère sur le site	9
Tableau 2 : caractéristiques physiques	10
Tableau 3 : émissions de l'OTR.....	10
Tableau 4 : nombre de véhicules circulant sur le site et km parcourus.....	11
Tableau 5 : facteurs d'émissions (COPERT V).....	11
Tableau 6 : estimation des émissions.....	11
Tableau 7 : Synthèse des sources potentielles de danger identifiées	12
Tableau 8 : données de population (Source : Insee, Recensements de la population, mis en ligne le 29/06/2017)	14
Tableau 9 : recensement agricole 2010 (recensement le plus récent disponible)	18
Tableau 10 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues	21
Tableau 11 : statistiques relatives à la pluviométrie - station de Lyon Saint-Exupéry.....	22
Tableau 12 : statistiques relatives à la température de l'air - station de Lyon Saint-Exupéry.....	23
Tableau 13 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM.....	28
Tableau 14 : synthèse des résultats de mesures dans l'air	29
Tableau 15 : estimation de la dégradation du milieu Air à la station de Vénissieux – repère historique	30
Tableau 16 : estimation de la dégradation en moyenne sur 2015-2017 – repère géographique	31
Tableau 17 : synthèse des valeurs réglementaires pour l'air ambiant	31
Tableau 18 : compatibilité avec les usages pour le milieu Air	31
Tableau 19 : points de prélèvements.....	32
Tableau 20 : synthèse des résultats de mesures pour l'année 2011	33
Tableau 21 : évaluation de la dégradation du milieu Sol	34
Tableau 22 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil par ingestion.....	36
Tableau 23 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil – voie d'exposition par ingestion.....	36
Tableau 24 : grille de calcul IEM – milieu Sol superficiel – valeurs mesurées maximales	37
Tableau 25 : synthèse des résultats de mesures pour l'année 2010 et 2011 – concentrations dans les salades.....	38
Tableau 26 : évaluation de la dégradation du milieu Végétaux (salades)	39
Tableau 27 : consommation de légumes et fruits (g frais/jour).....	40
Tableau 28 : part d'autoconsommation de légumes et fruits.....	40
Tableau 29 : grille de calcul IEM – végétaux – valeurs mesurées maximales	41
Tableau 30 : substances émises par l'OTR	43
Tableau 31 : classifications CIRC, US-EPA et Union Européenne pour les effets cancérigènes	45
Tableau 32 : identification des dangers par substances	45
Tableau 33 : disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence (exposition chronique)	48
Tableau 34 : Facteur d'équivalent toxique pour les substances cancérigènes.....	49
Tableau 35 : valeurs guides	50
Tableau 36 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil	50
Tableau 37 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil	51
Tableau 38 : classement des traceurs de risque suivant le ratio flux/VTR.....	53
Tableau 39 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des espèces étudiées.....	58
Tableau 40 : réglementation en vigueur en France pour la santé humaine	60
Tableau 41 : concentrations en moyenne annuelle au niveau des points cibles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	62
Tableau 42 : dépôts totaux au sol moyens annuels ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)	64

Tableau 43 : concentration en moyenne annuelle et valeurs guides OMS	66
Tableau 44 : récapitulatif des scénarios inhalation retenus	67
Tableau 45 : doses d'exposition par inhalation.....	68
Tableau 46 : concentrations dans les sols.....	72
Tableau 47 : facteurs relatifs aux végétaux.....	74
Tableau 48 : concentrations dans les plantes dues au dépôt de particules (transfert dépôt/plante) ..	74
Tableau 49 : facteurs de bioconcentration air/plante (B_v exprimés par rapport à la plante fraîche)....	75
Tableau 50 : concentrations dans les végétaux (transfert air/plante).....	75
Tableau 51 : facteurs de bioconcentration sol/plante (B_r exprimés par rapport à la plante fraîche)....	76
Tableau 52 : concentrations dans les végétaux (transfert sol/plante)	76
Tableau 53 : contamination totale des plantes (via le sol, l'air et les dépôts de particules)	77
Tableau 54 : coefficient de bio-transfert dans les produits animaux (B_a exprimés par rapport à la masse fraîche de produit)	78
Tableau 55 : contamination des produits d'origine animale liée à l'installation – scénario habitant majorant.....	80
Tableau 56 : paramètres relatifs aux différentes catégories d'âge (données INERIS)	81
Tableau 57 : fraction d'aliments auto-produits (données INERIS).....	81
Tableau 58 : Dose Journalière d'Exposition totale pour chaque tranche d'âge	82
Tableau 59 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation.....	85
Tableau 60 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par ingestion	86
Tableau 61 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par organe cible	86
Tableau 62 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil	87
Tableau 63 : synthèse des risques à seuil (quotient de danger global par organe cible)	93
Tableau 64 : synthèse des risques sans seuil (Excès de Risque Individuel global).....	94
Tableau 65 : doses journalières d'exposition pour la voie digestive – scénario majorant	141

FIGURES

Figure 1 : communes présentes sur le domaine d'étude.....	13
Figure 2 : localisation des populations sensibles et des équipements sportifs	15
Figure 3 : occupation du sol (données CORINE Land Cover 2012).....	16
Figure 4 : culture majoritaire sur chaque îlot de culture (données RPG 2016)	17
Figure 5 : localisation des jardins ouvriers	18
Figure 6 : rose des vents générale – Station Lyon Saint-Exupéry – 2015 à 2017 (3 ans)	20
Figure 7 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique	22
Figure 8 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie (période du 01/01/2015 au 31/12/2017 - station de Lyon Saint-Exupéry)	22
Figure 9 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2015 au 31/12/2017- station de Lyon Saint-Exupéry)	23
Figure 10 : schéma conceptuel d'exposition autour du site Carbone Savoie Vénissieux	25
Figure 11 : étapes et critères de l'IEM (guide INERIS août 2013).....	26
Figure 12 : localisation des points	33
Figure 13 : logigramme pour le choix des VTR (DGS).....	47
Figure 14 : carte du domaine d'étude	54
Figure 15 : topographie du domaine d'étude (source : IGN)	55
Figure 16 : rose des vents.....	56
Figure 17 : localisation des points cibles	59
Figure 18 : carte de concentration en moyenne annuelle en oxyde d'azote.....	63
Figure 19 : carte de dépôts en poussières (PM10).....	65
Figure 20 : contamination des végétaux (EPA, 1998)	73

GLOSSAIRE

AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
MTD	Meilleurs Techniques Disponibles
COV	Composés Organiques Volatils
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
µg	Microgrammes = 10 ⁻⁶ g
CI	Concentration Inhalée
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CO	Monoxyde de carbone
DGS	Direction Générale de la Santé
ERI	Excès de Risque Individuel
ERS	Evaluation des Risques Sanitaires
ERU	Excès de Risque Unitaire
fg	Femtogrammes = 10 ⁻¹⁵ g
HCl	Acide chlorhydrique
INERIS	Institut National de l'Environnement et des RISques
InVS	Institut de Veille Sanitaire
ng	Nanogrammes = 10 ⁻⁹ g
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO _x	Oxydes d'azote assimilés au NO ₂
OEHHA	Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PM _{2,5}	Poussières de diamètre inférieur à 2.5 µm
PM ₁₀	Poussières de diamètre inférieur à 10 µm
QD	Quotient de Danger
RIVM	Rijksinstituut Voor Volksgezondheid (Institut National de Santé Publique et de l'Environnement des Pays-Bas)
SO ₂	Dioxyde de soufre
US-EPA	United State Environment Protection Agency
VLE	Valeur Limite à l'Emission
VTR	Valeur Toxicologique de Référence

1. CADRE DE L'ETUDE

Dans le cadre d'un dossier de demande d'augmentation de capacité de production du site de Vénissieux, CARBONE SAVOIE a chargé ARIA Technologies de réaliser l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires.

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

1. Evaluation des émissions des installations : caractérisation des émissions et conformité au regard des prescriptions réglementaires et aux meilleures techniques disponibles ;
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, les usages et les populations exposées ;
3. Evaluation de l'état des milieux : état actuel des milieux potentiellement impactés et dégradation attribuable à l'installation ;
4. Evaluation prospective des risques sanitaires : estimation des risques attribuables aux émissions pour les populations autour de l'installation.

Le présent rapport a été établi sur la base des informations transmises à ARIA Technologies, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives de la réglementation, en vigueur au moment de la réalisation du dossier (version 1).

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

2. INVENTAIRE DES EMISSIONS

2.1 REJETS DANS L'AIR

2.1.1 Rejets Canalisés

Sur le site de Vénissieux, les émissions atmosphériques sont rejetés au niveau de la cheminée de l'OTR (Oxydateur Thermique Régénérateur). L'augmentation de capacité de production n'impactera pas le débit actuel rejeté au niveau de l'OTR ni les concentrations à l'émission.

2.1.1.1 Composés inventoriés

Les composés rejetés au niveau de l'OTR et mesurés trimestriellement conformément à l'Arrêté Préfectoral d'exploitation de 2009 sont les suivants :

Tableau 1 : composés réglementés et émis à l'atmosphère sur le site

Nom	N°CAS	Formule
Monoxyde de carbone	630-08-0	CO
Oxydes d'azote (NOx éq NO ₂)	10102-44-0	NO ₂
Dioxyde de soufre	05-09-7446	SO ₂
Composés Organiques Volatils Totaux	-	COVT
Méthane		CH ₄
Composés Organiques Volatils Non méthanique	-	COVnm
Poussières	-	PM
Somme de 8 HAPs ¹	-	8HAPs
Somme des 16 HAPs ²	-	16HAPs

2.1.1.2 Flux à l'émission

Les données relatives à l'OTR ont été transmises par Carbone Savoie. Le Tableau 2 présente les caractéristiques de la source d'émission, et le Tableau 3 indique les émissions de l'OTR en moyenne pour l'année 2017 (moyenne des 4 mesures réglementaires) et rappelle les VLE de l'arrêté préfectoral ainsi que celles proposées dans le cadre de l'augmentation de capacité (identique à l'AP actuelle pour toutes les substances excepté le Benzo(a)Pyrène (VLE divisée par 2)).

¹benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, benzo(a,h)anthracène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, benzo(g,h,i)pérylène

²benzo(a)anthracène, chrysène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(a)pyrène, benzo(a,h)anthracène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, benzo(g,h,i)pérylène, naphtalène, acénaphène, acénaphtylène, anthracène, fluoranthène, fluorène, phénanthrène, pyrène

Tableau 2 : caractéristiques physiques

	Unité	Cheminée de l'OTR	
Type de source	-	Canalisée	
Coordonnée Lambert 93 X	km	846.241	
Coordonnée Lambert 93 Y	km	6 514.046	
Hauteur par rapport au sol	m	50	
Diamètre de la cheminée	m	2.2	
Température des rejets	°C	155	
		Moyenne des mesures 2017	VLE de l'AP 2009
Débit des gaz sec à 11% d'O ₂	Nm ³ /h	116 206	120 000
Vitesse d'éjection	m/s	13,95	15

Tableau 3 : émissions de l'OTR

Substances	Unités	Moyenne des mesures 2017	VLE de l'AP 2009	VLE 2018
Monoxyde de carbone	Concentration (mg/Nm ³)	6.08	100.0	100.0
	Flux massique (kg/h)	2.18	12.0	12.0
Oxydes d'azote (NO _x éq NO ₂)	Concentration (mg/Nm ³)	19.00	100.0	100.0
	Flux massique (kg/h)	6.91	12.0	12.0
Dioxyde de soufre	Concentration (mg/Nm ³)	13.70	50.0	50.0
	Flux massique (kg/h)	4.39	6.0	6.0
Composés Organiques Volatils Totaux	Concentration (mg/Nm ³)	1.13	-	-
	Flux massique (kg/h)	0.42	-	-
Méthane	Concentration (mg/Nm ³)	0.85	-	-
	Flux massique (kg/h)	0.11	-	-
Composés Organiques Volatils Non méthanique	Concentration (mg/Nm ³)	0.80	20.0	20.0
	Flux massique (kg/h Ctotal)	0.29	2.4	2.4
Poussières	Concentration (mg/Nm ³)	1.83	15.0	15.0
	Flux massique (kg/h)	0.67	1.8	1.8
Somme de 8 HAPs	Concentration (mg/Nm ³)	0.26	2.7	2.7
	Flux massique (kg/h)	0.09	0.32	0.32
Somme des 16 HAPs	Concentration (mg/Nm ³)	0.42	4.25	4.25
	Flux massique (kg/h)	0.16	0.51	0.51
B(a)P	Concentration (mg/Nm ³)	0.02	0.33	0.151
	Flux massique (kg/h)	0.01	0.04	0.02

Les émissions réelles du site sont, pour toutes les substances réglementées dans l'AP 2009, inférieures aux valeurs limites à l'émission.

2.1.2 Trafic routier

Le trafic routier sur le site peut générer également des émissions à l'atmosphère. A l'heure actuelle, 7 camions circulent sur le site par jour pour transporter la production vers le site de Briançon. L'augmentation de production engendrera la circulation de 2 camions supplémentaires. De plus, comme le montre le Tableau 4, les distances parcourues sont faibles.

Tableau 4 : nombre de véhicules circulant sur le site et km parcourus

Situation PL	Nbre de camions/j	Distance parcourue par véhicule km/véhicule (en moyenne)	Distance totale annuelle* km/an
Actuelle	7	3.0	7 665
Future	9		9 855

* 365 jours par an (hypothèse majorante)

En estimant les émissions à partir des facteurs issus de la méthodologie européenne COPERT V³ (cf. Tableau 5) et de données du Tableau 4, les émissions annuelles générées par le trafic (cf. Tableau 6) sont très faibles vis-à-vis des autres sources d'émissions sur le site (cf. Tableau 3) : elles représentent 0,01% des émissions mesurées en PM10 et 0,005% des émissions mesurées en NOx.

Tableau 5 : facteurs d'émissions (COPERT V)

facteur d'émission	Unités	PM10	NOX
PL	g/km	0.08	2.5

Tableau 6 : estimation des émissions

Emissions	Unités	PM10	NOX
Situation actuelle	kg/an	0,61	3,1
Situation future	kg/an	0,76	24,64

Les émissions liées au trafic routier généré sur le site sont donc négligeables vis-à-vis des émissions de l'OTR. Elles ne seront pas prises en compte dans la suite de l'étude.

2.2 REJETS DANS L'EAU (A COMPLETER)

Les rejets aqueux issus du site sont de trois types :

- les eaux usées des sanitaires ;
- les eaux de process ;
- Les eaux de ruissèlement.

Les rejets aqueux ne sont pas considérés comme un enjeu vis-à-vis de la santé humaine et ne sont pas retenus comme source de danger pour les populations environnantes.

³ Facteurs d'émissions pour un camion Euro 5 de 32 tonnes roulant à 20 km/h et chargé à 50%

2.3 SYNTHÈSE

Le tableau présenté ci-après permet de synthétiser les émissions retenues.

Tableau 7 : Synthèse des sources potentielles de danger identifiées

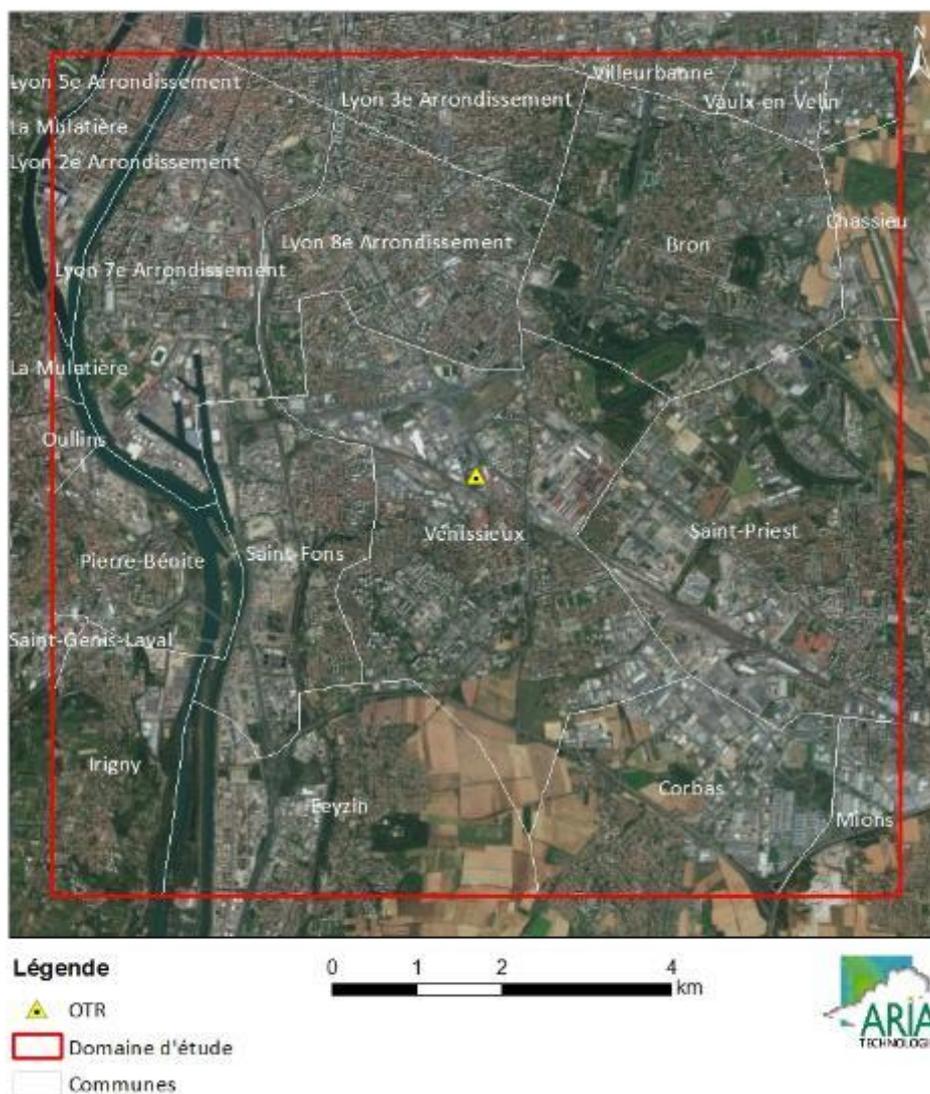
Source de dangers	Nature du danger	Substances ou effet impliqués	Milieu impacté	Retenu (Oui/Non)
Rejets aqueux	Eaux usées sanitaires Eaux pluviales	-	Eau	Non
Rejets atmosphériques canalisés	Gaz et poussières en sortie de l'OTR	COV non méthaniques (COVnm) Poussières Monoxyde de carbone (CO) Oxydes d'azote (NOx) Dioxyde de soufre (SO2) HAPs	Air	Oui
Trafic routier	Gaz d'échappement	NOx, particules ...	Air	Non

3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

3.1 POPULATIONS

Dix-sept communes sont présentes dans le domaine d'étude : Vaulx-En-Velin, Decines-Charpieu, Lyon, Villeurbanne, Chassieu, Bron, La Mulatiere, Venissieux, Saint-Priest, Oullins, Saint-Fons, Saint-Genis-Laval, Pierre-Benite, Irigny, Corbas, Feyzin, Moins.

Figure 1 : communes présentes sur le domaine d'étude



Le Tableau 8 indique les données de population pour les 17 communes précédemment citées.

Tableau 8 : données de population (Source : Insee, Recensements de la population, mis en ligne le 29/06/2017)

Dép.	COMMUNE	Surface de la commune (km ²)	Population légale en 2014	Densité de population 2014 (hab/km ²)	Population principale en 2014 pour les 0 - 14 ans
69	BRON	9,91	39283	3964	7736
69	CHASSIEU*	11,68	9873	845	1875
69	CORBAS	12,02	10947	911	1982
69	DECINES-CHARPIEU*	17,54	27207	1551	5467
69	FEYZIN	10,46	9383	897	1916
69	IRIGNY	8,83	8472	959	1666
69	LA MULATIERE*	2,03	6393	3149	1186
69	LYON 2E ARRONDISSEMENT	2,92	29999	10274	3882
69	LYON 3E ARRONDISSEMENT	4,77	99819	20926	15869
69	LYON 5E ARRONDISSEMENT*	1,07	47302	44207	6936
69	LYON 7E ARRONDISSEMENT	9,43	80993	8589	11224
69	LYON 8E ARRONDISSEMENT	6,83	83619	12243	14433
69	MIONS*	11,59	12626	1089	2592
69	OULLINS*	4,44	26333	5931	4892
69	PIERRE-BENITE	4,23	10192	2409	2139
69	SAINT-FONS	6,03	17735	2941	4493
69	SAINT-GENIS-LAVAL*	13,24	21054	1590	4002
69	SAINT-PRIEST	29,21	44446	1522	9715
69	VENISSIEUX	21,09	62575	2967	15443
69	VAULX-EN-VELIN*	15,66	45294	2892	11870
69	VILLEURBANNE*	14,73	148543	10084	26628

* pour cette commune, le centre-ville n'est pas inclus dans le domaine d'étude

3.2 POPULATIONS SENSIBLES ET INSTALLATIONS SPORTIVES

Conformément au guide méthodologique INERIS de 2013, sont recensés autour du site :

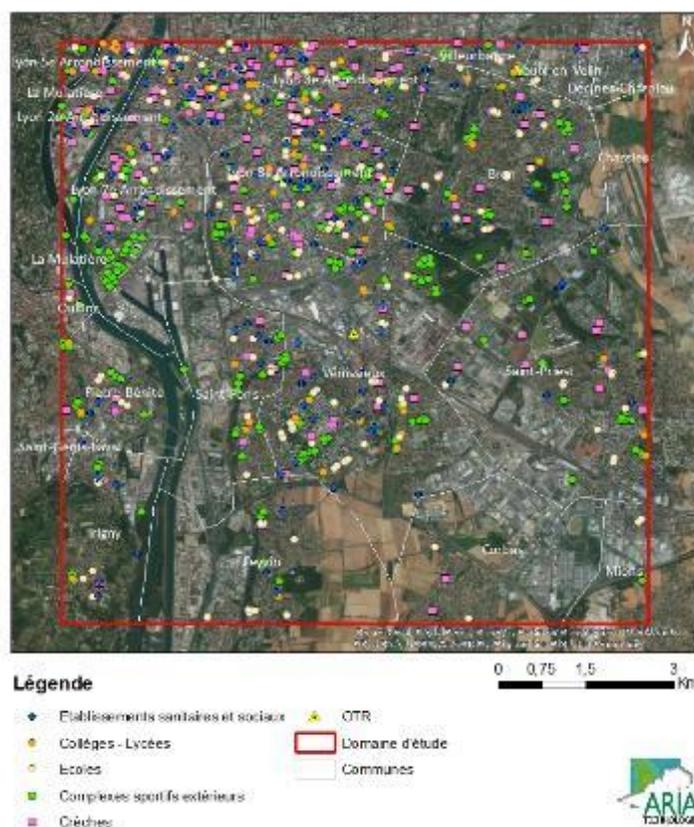
- les populations sensibles et vulnérables (enfants, personnes âgées, malades) : crèches, établissements scolaires, maisons de retraite, centre de soins ;
- les installations de plein air recevant du public (terrains de sport,...).

Dans le domaine d'étude, sont recensés :

- 175 structures multi-accueil (crèche, halte-garderie) (Source : <https://www.grandlyon.com/services/annuaire-des-creches>) ;
- 189 écoles maternelles et primaires (source : annuaire de l'éducation nationale <http://www.education.gouv.fr/>);
- 84 collèges et lycées (source : annuaire de l'éducation nationale <http://www.education.gouv.fr/>);
- 157 établissements sanitaires et sociaux (Source : FINESS⁴) ;
- 297 équipements sportifs (source : <http://www.res.sports.gouv.fr/>).

Les établissements recensés sur la zone sont présentés en annexe 2 et la Figure 2 permet de les localiser.

Figure 2 : localisation des populations sensibles et des équipements sportifs



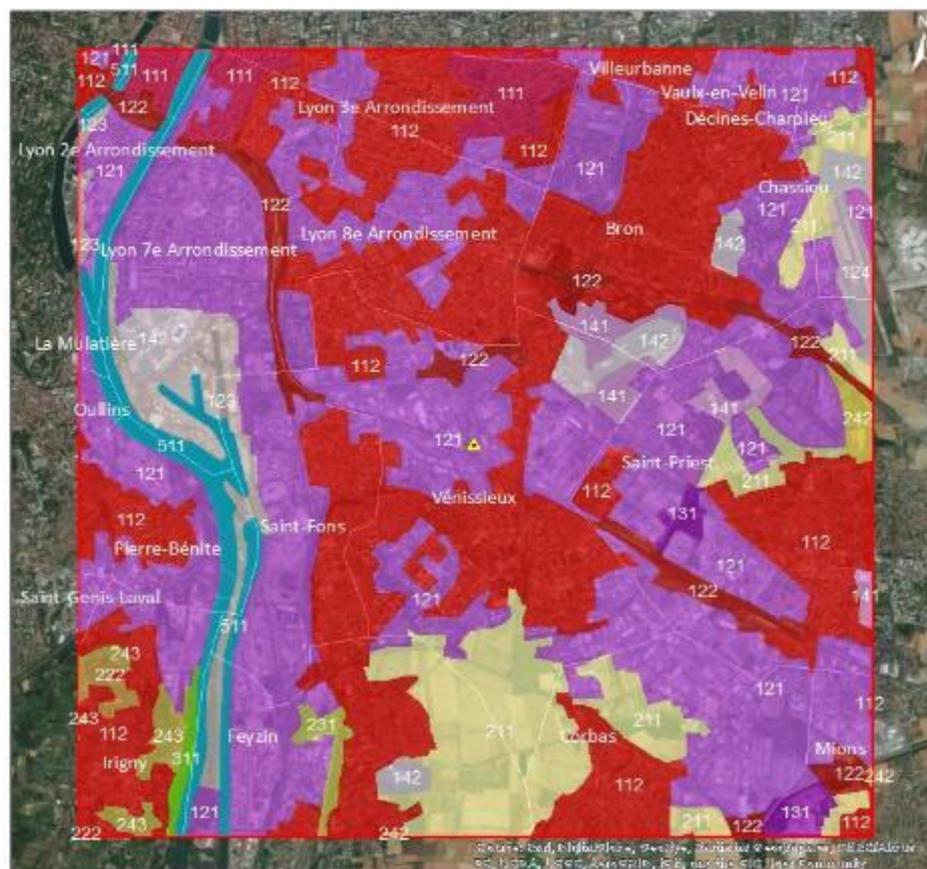
⁴ Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux

3.3 USAGES AUTOUR DU SITE

3.3.1 Occupation des sols

La zone d'étude est composée à la fois de zones urbanisées, de zones industrielles et de zones agricoles ou forestières. Ces principales zones sont localisées sur la Figure 3 (données issues de la base CORINE Land Cover 2012⁵).

Figure 3 : occupation du sol (données CORINE Land Cover 2012)



Légende

<ul style="list-style-type: none"> 111 : Tissu urbain continu 112 : Tissu urbain discontinu 121 : Zones industrielles ou commerciales et installations publiques 122 : Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés 123 : Zones portuaires 124 : Aéroports 131 : Extraction de matériaux 141 : Espaces verts urbains 142 : Equipements sportifs et de loisirs 	<ul style="list-style-type: none"> 211 : Terres arables hors périmètres d'irrigation 222 : Vergers et petits fruits 231 : Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole 242 : Systèmes culturaux et parcellaires complexes 243 : Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants 311 : Forêts de feuillus 511 : Cours et voies d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> OTR Domaine d'étude Communes
---	--	--



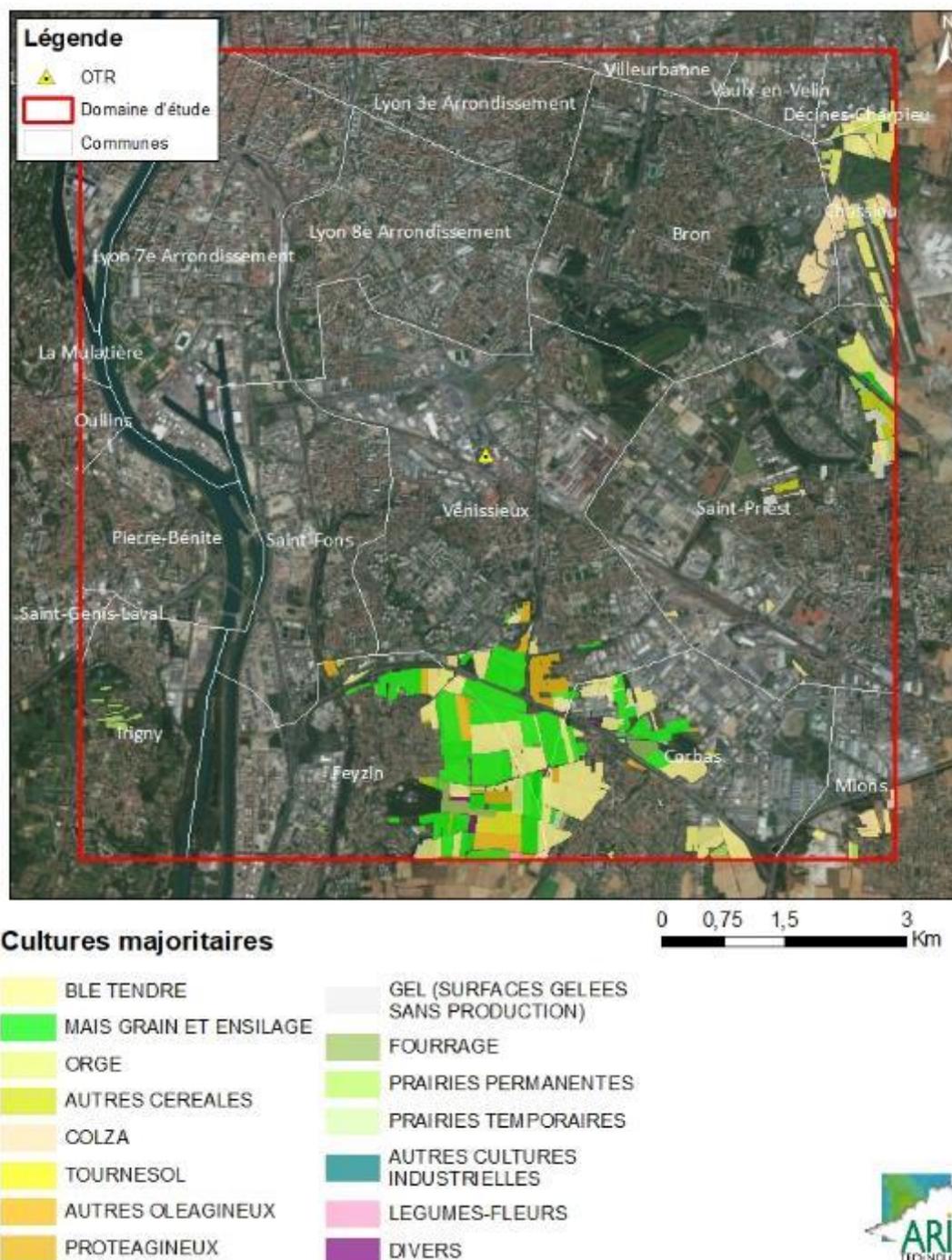
⁵ Les produits CORINE Land ont été réalisés avec un financement de l'Union européenne, dans le cadre du programme Copernicus, <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/>

3.3.2 Usages agricoles

Comme le montre la Figure 3, il n'y a pas d'espaces de cultures à proximité immédiate du site. Cependant, le sud du domaine d'étude est agricole.

Afin d'avoir une présentation plus précise des zones de cultures, la Figure 4 présente les cultures majoritaires sur chaque îlot de cultures pour l'année 2016. Les cultures sont assez peu variées sur le domaine d'étude : on note la présence de cultures de céréales (blé, maïs, orge), d'oléagineux (colza) et la présence de prairies.

Figure 4 : culture majoritaire sur chaque îlot de culture (données RPG 2016)



Le Tableau 9 présente les résultats du recensement général agricole 2010. Le recensement agricole offre un portrait instantané, complet et détaillé, du secteur de l'agriculture (population agricole, surfaces végétales, y compris viticoles, effectifs animaux, moyens de production, activités annexes, etc.).

Tableau 9 : recensement agricole 2010 (recensement le plus récent disponible)

Communes	Orientation technico-économique de la commune	Exploitations agricoles ayant leur siège dans la commune	Superficie agricole utilisée en hectare	Cheptel en unité de gros bétail, tous aliments	Superficie en terres labourables en hectare	Superficie toujours en herbe en hectare
BRON	Polyculture et polyélevage	7	nd	nd	s	s
CHASSIEU	Polyculture et polyélevage	12	472	10	460	6
CORBAS	Céréales et oléoprotéagineux (COP)	9	720	0	706	12
DECINES-CHARPIEU	Céréales et oléoprotéagineux (COP)	9	376	44	363	s
FEYZIN	Fleurs et horticulture diverse	13	581	69	509	s
IRIGNY	Polyculture et polyélevage	13	110	11	35	13
LA MULATIERE		0	0	0	0	0
LYON	Polyculture et polyélevage	5	123	210	28	s
MIONS	Céréales et oléoprotéagineux (COP)	4	125	6	112	s
OULLINS	Polyculture et polyélevage	2	0	0	0	s
PIERRE-BENITE	Fleurs et horticulture diverse	2	1	0	s	0
SAINT-FONS		0	0	0	0	0
SAINT-GENIS-LAVAL	Polyculture et polyélevage	14	321	282	s	s
SAINT-PRIEST	Polyculture et polyélevage	16	835	37	767	58
VENISSIEUX	Polyculture et polyélevage	14	149	27	111	20
VAULX-EN-VELIN		0	0	0	0	0
VILLEURBANNE	Polyculture et polyélevage	5	20	111	s	s

s : donnée soumise au secret statistique

Il est à noter la présence de jardins collectifs sur la zone d'étude. Ils sont localisés sur la figure ci-dessous.

Figure 5 : localisation des jardins ouvriers



3.3.3 Activités de loisirs

3.3.3.1 Activité de pêche

Seul le Rhône est répertorié comme zone de pêche dans le domaine d'étude d'après la fédération du Rhône et de la métropole de Lyon pour la pêche et la protection du milieu aquatique (<http://www.peche69.fr/>).

3.3.3.2 Activité de baignade

Aucune zone de baignade officielle en rivière n'a été recensée dans le domaine d'étude (source : Ministère de la Santé).

3.3.4 Recensement des captages AEP

Aucun captage ne se trouve dans le domaine de 10 km par 10 km pris en compte.

3.4 METEOROLOGIE

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

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

- suffisamment longues et complètes,
- représentatives de la climatologie du site.

3.4.1 Données météorologiques

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

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

Les données météorologiques proviennent de la station Météo-France de Lyon Saint-Exupéry pour les mesures de vent (direction et vitesse), de température, de nébulosité et de pluie. Cette station est située à environ 16 km à l'est du site.

Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires (1 mesure toutes les heures). Ce fichier comporte trois années de mesures : du 01/01/2015 au 31/12/2017.

3.4.2 Analyse météorologique

3.4.2.1 Définitions

Vent calme :

Les vents calmes sont des vents de vitesse nulle ou inférieure à 0,9 m/s, sans direction associée. Ils ne sont donc pas représentés sur la rose des vents.

Vent faible :

Les vents faibles sont des vents de vitesse inférieure à 2 m/s.

Classification des vents en fonction de leur vitesse :

Vitesse du vent V	Rose des vents
0,9 m/s \leq V < 1,5 m/s	1 m/s
1,5 m/s \leq V < 2,5 m/s	2 m/s
2,5 m/s \leq V < 6,5 m/s	3-6 m/s
6,5 m/s \leq V < 12,5 m/s	7-12 m/s
V \geq 12,5 m/s	\geq 13 m/s

3.4.2.2 Roses des vents

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

La Figure 6 présente la rose des vents générale pour la station de Lyon Saint-Exupéry calculée à partir des données horaires sur la période 01/01/2015 au 31/12/2017. Le Tableau 10 synthétise les fréquences d'occurrence par classe de vitesse, toutes directions confondues.

Figure 6 : rose des vents générale – Station Lyon Saint-Exupéry – 2015 à 2017 (3 ans)

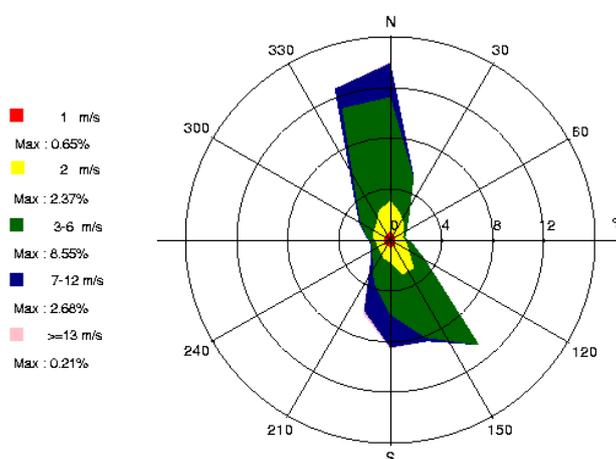


Tableau 10 : fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent toutes directions confondues

Classe de vitesse (m/s)	calmes	1	2	3-6	7-12	>=13
Borne de l'intervalle	[0 ; 0,9[[0,9 ; 1,5[[1,5 ; 2,5[[2,5 ; 6,5[[6,5 ; 12,5[[12,5 ; ∞[
Fréquence (%)	9,8%	8,9%	22,3%	48,2%	10,4%	0,4%

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2015 au 31/12/2017), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- les roses des vents montrent deux directions privilégiées :
 - vents du **sud/sud-est** (40,8 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 120° et 220°⁶),
 - : vents du **nord** (39,6 % des occurrences du vent mesuré ont une direction comprise entre 320° et 40°).
- sur l'ensemble des directions, les vents ont une vitesse moyenne de 3,3 m/s (11,9 km/h) ;
- les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 m/s et 6 m/s soit respectivement 10,8 km/h et 21,6 km/h ;
- les vents faibles (de vitesse inférieure à 1,5 m/s) représentent 18,7 % des observations dont 9,8 % de vents calmes (vents inférieurs à 0,9 m/s soit 3,2 km/h) qui sont les plus pénalisants pour la dispersion des polluants ;
- les vents forts (de vitesse supérieure à 6,5 m/s soit 23,4 km/h) sont peu fréquents et représentent moins de 11 % des observations.

3.4.2.3 Stabilité atmosphérique

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

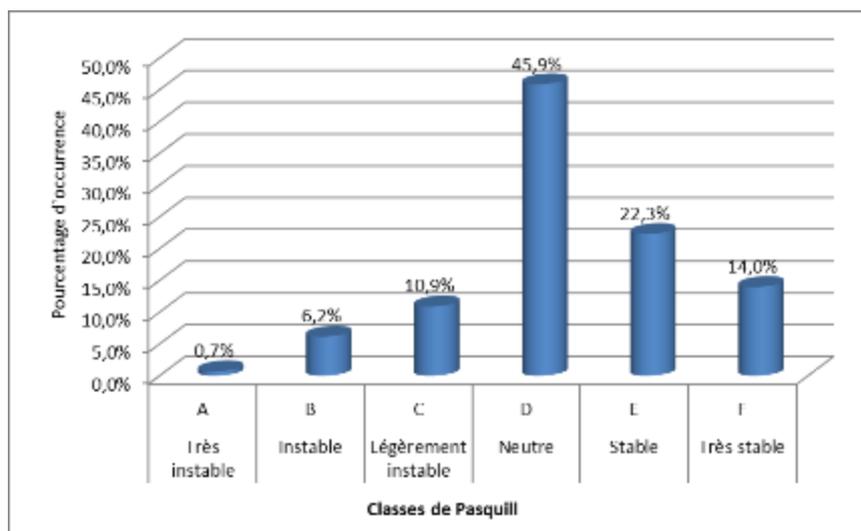
Elle est déterminée à partir du vent et de la nébulosité qui conduit à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère :

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

La Figure 7 présente la répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique.

⁶ Les directions du vent sont données en degrés par rapport au Nord et indiquent la direction d'où vient le vent (convention météorologique internationale). Un vent de 0° est donc un vent venant du Nord, un vent de 180° est un vent venant du Sud.

Figure 7 : répartition des cas météorologiques en fonction de la stabilité atmosphérique



La classe D de Pasquill est la plus fréquemment observée (environ 45,9%), ce qui est favorable pour la dispersion atmosphérique.

Les vents ont une vitesse moyenne d'environ 1,5 m/s en situation très stable - donc pénalisante pour la dispersion des émissions, tandis qu'en atmosphère neutre, elle est de 4,4 m/s.

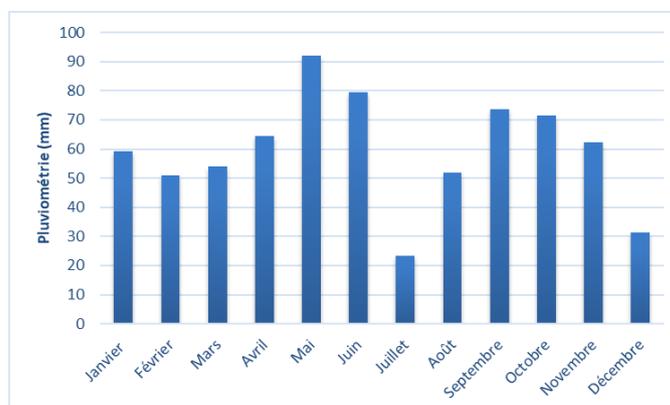
3.4.2.4 Pluviométrie

Dans le cadre de cette étude, nous avons tenu compte des données de pluviométrie recueillies sur la station de Lyon Saint-Exupéry.

Tableau 11 : statistiques relatives à la pluviométrie - station de Lyon Saint-Exupéry

	Pluviométrie annuelle (mm)
2015	721,9
2016	805,2
2017	617,9
Moyenne	715

Figure 8 : variation moyenne mensuelle de la pluviométrie (période du 01/01/2015 au 31/12/2017 - station de Lyon Saint-Exupéry)



Notons qu'en moyenne sur la période étudiée (du 01/01/2015 au 31/12/2017), il est tombé environ 715 mm de pluie par an, l'année 2016 étant l'année la plus pluvieuse (cf. Tableau 11).

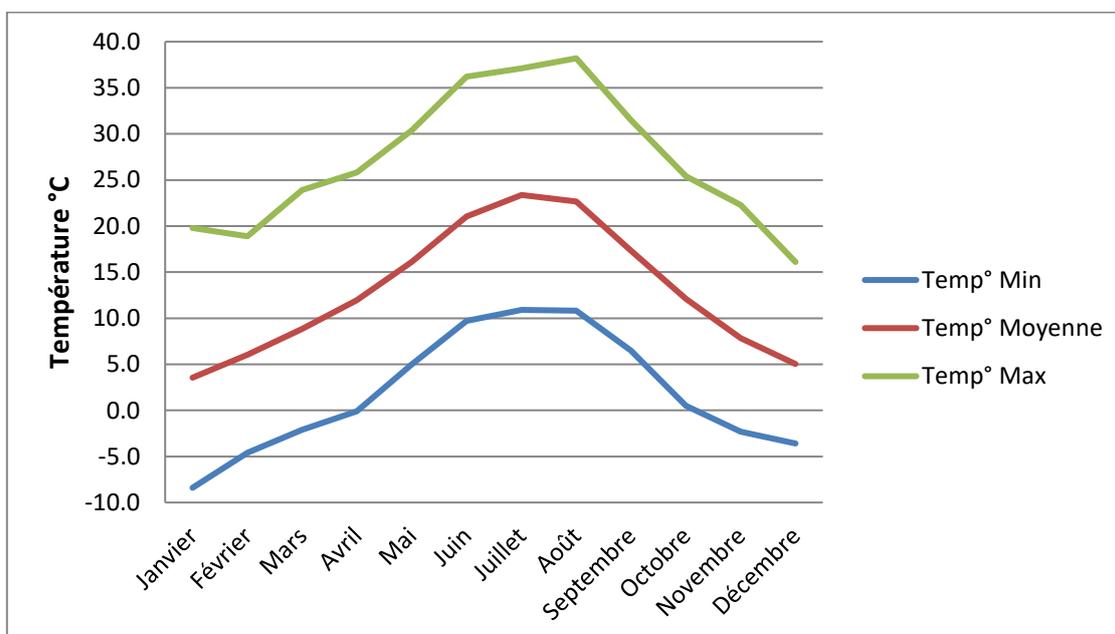
3.4.2.5 Températures

La température de l'air, dernier paramètre intervenant dans le processus de dispersion des polluants, est en moyenne de 13°C à la station de Lyon Saint-Exupéry pour les trois années d'observations et varie peu au cours des trois années comme le montre le Tableau 12. La Figure 9 présente les variations moyennes mensuelles de la température minimale, moyenne et maximale sur la période du 01/01/2015 au 31/12/2017.

Tableau 12 : statistiques relatives à la température de l'air - station de Lyon Saint-Exupéry

	Température moyenne (°C)
2014	13,4
2015	12,6
2016	13,1
Moyenne	13,0

Figure 9 : variation moyenne mensuelle de la température (période du 01/01/2015 au 31/12/2017- station de Lyon Saint-Exupéry)



4. SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

Compte tenu des rejets du site étudié (cf. paragraphe 2), la voie d'exposition à considérer en premier lieu est l'inhalation des substances émises à l'atmosphère.

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

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

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

En ce qui concerne la voie cutanée, elle ne sera pas conservée. Elle peut être en effet considérée comme négligeable par rapport à l'inhalation et l'ingestion. De plus, il n'existe pas de valeur toxicologique de référence (VTR) pour cette voie d'exposition⁷.

L'exposition par ingestion peut être :

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

Compte tenu de la présence de prairies à proximité du site, l'élevage est possible dans la zone d'étude. C'est pourquoi la voie d'exposition par ingestion sera conservée pour les substances pouvant s'accumuler dans la chaîne alimentaire, à savoir les HAPs.

Ainsi, au regard des données locales relatives à la caractérisation des milieux (cf. paragraphe 3) :

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

⁷ La note d'information de la DGS du 31 octobre 2014 précise en effet qu'« en l'absence de procédures établies pour la construction de VTR pour la voie cutanée, ils [les pétitionnaires] ne doivent envisager aucune transposition à cette voie de VTR disponibles pour les voies orale ou respiratoire ».

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

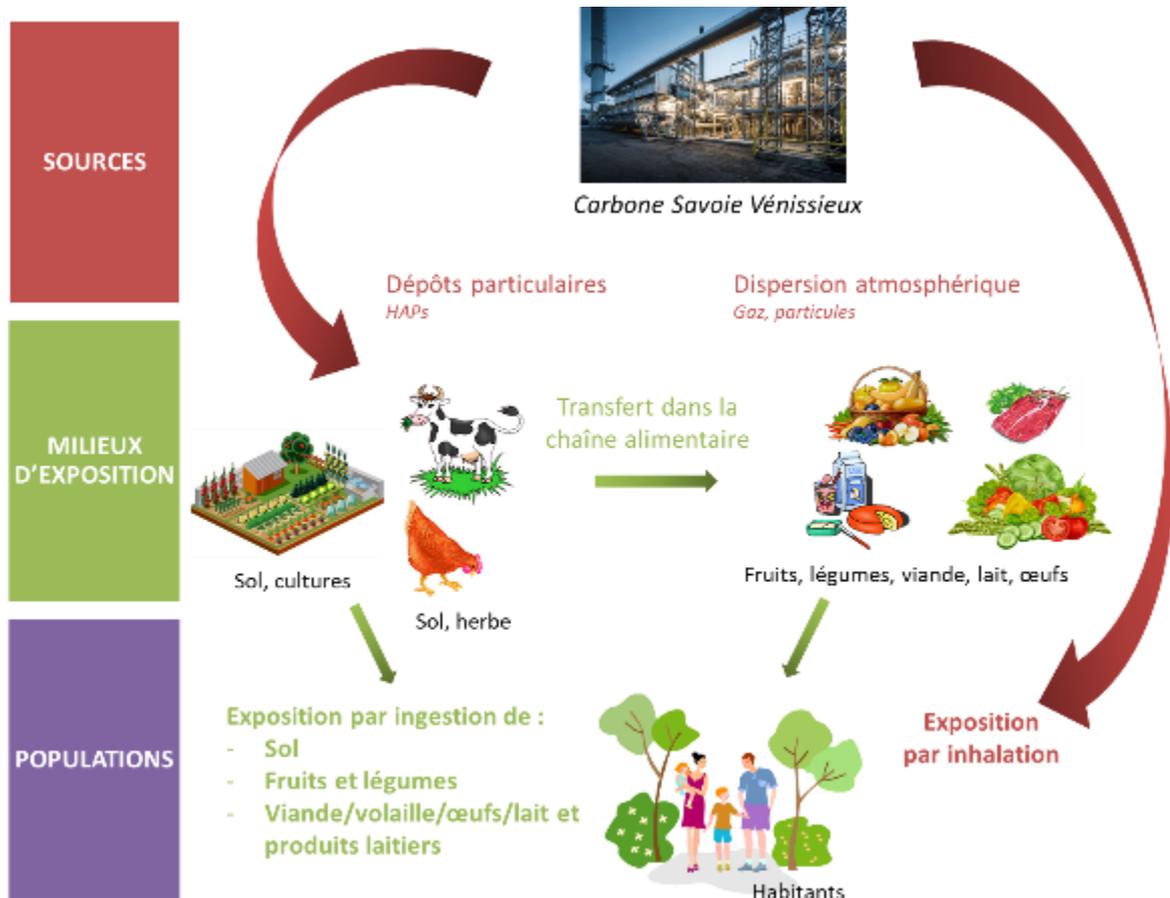
- l'inhalation de particules de sol remises en suspension dans l'air ;
- l'absorption cutanée des gaz et particules en suspension dans l'air ;
- l'ingestion d'animaux terrestres chassés dans la zone d'influence des rejets atmosphériques de l'installation.

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

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

Le Schéma Conceptuel d'Exposition autour du site est présenté sur la Figure 10.

Figure 10 : schéma conceptuel d'exposition autour du site Carbone Savoie Vénissieux



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

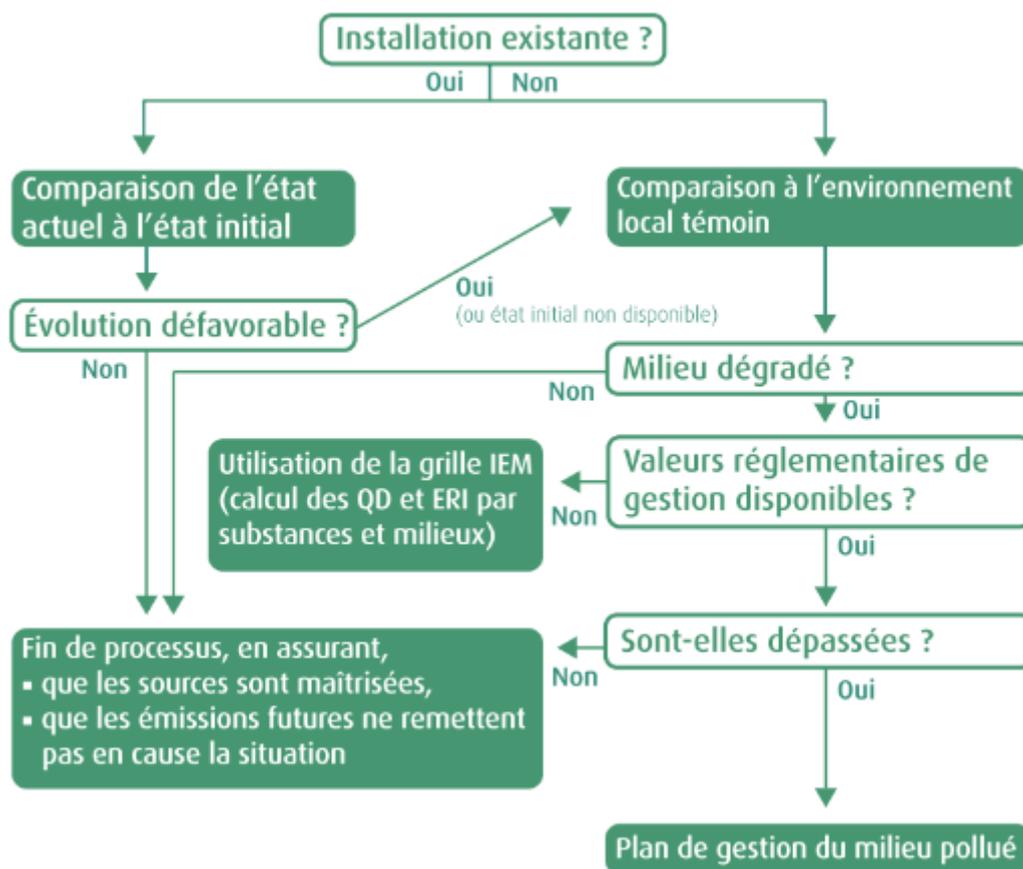
5.1 METHODOLOGIE

L'évaluation de l'état des milieux se base sur les mesures dans l'environnement qui doivent être représentatives de la zone d'intérêt.

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

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

Figure 11 : étapes et critères de l'IEM (guide INERIS août 2013)



5.1.1 Etape 1 : détermination de la dégradation ou non du milieu

Il n'existe pas d'état initial disponible. La dégradation ou non du milieu (étape 1) sera donc réalisée par comparaison avec l'environnement local témoin : l'environnement local témoin est un environnement considéré comme n'étant pas affecté par les activités de l'installation étudiée, mais situé dans la même zone géographique et dont les caractéristiques (pédologiques, géologiques, hydrologiques, climatiques,...) sont similaires à l'environnement impacté par l'installation. La comparaison à l'environnement local témoin permet de relativiser les concentrations mesurées à des points impactés par rapport à des points non impactés et de conclure sur la dégradation ou non du milieu.

5.1.2 Etape 2 : comparaison aux valeurs de gestion disponibles

En cas de conclusion de milieu dégradé, il sera estimé dans quelle mesure cet état dégradé peut compromettre ou non la compatibilité des milieux avec les usages. Cette démarche consiste à comparer les concentrations mesurées avec les valeurs réglementaires ou indicatives sur la qualité des milieux applicables.

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

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

5.1.3 Etape 3 : grille de calcul IEM

Pour les substances et milieux sur lesquels il n'existe pas de valeurs de référence, la compatibilité des milieux avec leurs usages est évaluée à la suite d'une quantification partielle des risques. **Le calcul d'indicateurs de risque (Quotient de Danger QD et Excès de Risque Individuel ERI) sera réalisé en considérant isolément chaque substance et chaque milieu concernés.**

La grille IEM n'est utilisée que pour les substances et les milieux pour lesquels une dégradation est observée et sans valeurs de gestion pour évaluer la compatibilité avec les usages. La quantification ne porte pas sur l'ensemble des traceurs de risque et des voies d'exposition.

Le calcul d'indicateurs de risque étant réalisé à partir des valeurs toxicologiques de référence, il se distingue pour les composés à effet à seuil (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), et pour les composés à effet sans seuil (polluants cancérigènes génotoxiques).

	Composé à seuil d'effet	Composé sans seuil d'effet
Exposition par inhalation	$QD = CI/VTR_i$	$ERI = VTR_i \times CI$
Exposition par ingestion	$QD = DJE/VTR_o$	$ERI = VTR_o \times \frac{DJE \times T}{T_m}$

avec : QD : Quotient de danger
 CI : Concentration inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 DJE : Dose journalière d'Exposition (en mg/kg de poids corporel/jour)
 VTR : Valeur Toxicologique de Référence par inhalation (VTR_i) ou par ingestion (VTR_o)
 T : durée d'exposition (années)

T_m : Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : T_m est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement égale à 70 ans)

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) sont recherchées pour chaque substance auprès des différentes instances internationales suivantes :

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

Les résultats de la comparaison aux valeurs de gestion ou de quantification partielle des risques sont interprétés selon les critères présentés dans le Tableau 13. L'interprétation est faite substance par substance et milieu par milieu, les conclusions pouvant être différentes selon les substances et les voies d'exposition.

Tableau 13 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM

Si	Interprétation de l'état des milieux
QD < 0,2 et/ou ERI < 1.10⁻⁶	L'état des milieux est jugé compatible avec les usages existants et constatés. La mise en place d'une surveillance environnementale peut être envisagée pour vérifier la maîtrise de la source de pollution.
0,2 < QD < 5 et/ou 1.10⁻⁶ < ERI < 1.10⁻⁴	Milieu vulnérable. Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie. Soit des mesures de gestion simples peuvent être mises en œuvre afin de supprimer les voies d'exposition (de type couverture des terrains ou mise en œuvre de servitudes...) ; soit une évaluation quantitative des risques sanitaires (EQRS) est réalisée.
QD > 5 et/ou ERI > 1.10⁻⁴	Non compatible avec les usages. Un plan de gestion doit être réalisé afin de rétablir la compatibilité sanitaire de l'état des milieux avec les usages constatés.

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

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

5.2 APPLICATION AU SITE DE VENISSIEUX

Les milieux d'exposition sont les milieux susceptibles d'entrer en contact avec les populations. Ils sont définis à partir du schéma conceptuel d'exposition défini au paragraphe 4. Les milieux d'exposition retenus dans cette étude sont :

- le milieu Air ;
- le milieu denrées alimentaires (végétaux) ;
- le milieu Sol.

5.3 ETAT DU MILIEU AIR

5.3.1 Mesures disponibles

La surveillance de la qualité de l'air dans le Rhône est assurée par l'association ATMO Auvergne Rhône-Alpes. ATMO Auvergne Rhône-Alpes possède 96 stations fixes de surveillance de l'air (urbaines, périurbaines, rurales, trafic, industrielles) réparties sur l'ensemble du territoire régional.

Les informations présentées dans cette partie sont extraites du site d'ATMO Auvergne – Rhône – Alpes (<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/>).

Sur l'agglomération lyonnaise, les HAPs, principaux polluants traceurs de l'activité du site de Vénissieux, sont mesurés au niveau de deux stations : Lyon-Vénissieux (station de type péri-urbaine/industrielle) et Lyon-Centre (station de type urbain/fond). Les résultats seront donc présentés pour ces deux stations. A noter que la station de Vénissieux suit spécifiquement l'impact sur la qualité de l'air du site Carbone Savoie de Vénissieux.

Les résultats de mesures aux différentes stations sont présentés dans le Tableau 14 pour l'année 2008 (avant mise en service de l'OTR) et pour les trois dernières années disponibles.

Tableau 14 : synthèse des résultats de mesures dans l'air

Congénères	Année	Lyon Centre	Sud lyonnais / Vénissieux
Benzo(a)anthracène (ng/Nm ³)	Moyenne de 2008	0.41	2.89
	Moyenne de 2015	0.13	0.40
	Moyenne de 2016	0.15	0.32
	Moyenne de 2017	0.15	0.29
Benzo(a)Pyrène (ng/Nm ³)	Moyenne de 2008	0.42	1.62
	Moyenne de 2015	0.18	0.38
	Moyenne de 2016	0.20	0.34
	Moyenne de 2017	0.23	0.32
Benzo(b)fluoranthène (ng/Nm ³)	Moyenne de 2008	1.16	7.94
	Moyenne de 2015	0.57	2.35
	Moyenne de 2016	0.45	1.27
	Moyenne de 2017	0.66	1.78
Benzo(k)fluoranthène (ng/Nm ³)	Moyenne de 2008	0.35	2.00
	Moyenne de 2015	0.18	0.57
	Moyenne de 2016	0.16	0.36
	Moyenne de 2017	0.2	0.5
Dibenzo(a,h)anthracène (ng/Nm ³)	Moyenne de 2008	0.05	0.22
	Moyenne de 2015	0.03	0.06
	Moyenne de 2016	0.01	0.03
	Moyenne de 2017	-	-
Dioxyde d'azote (µg/Nm ³)	Moyenne de 2008	38	nm
	Moyenne de 2015	30	nm
	Moyenne de 2016	28	nm
	Moyenne de 2017	28	nm

Congénères	Année	Lyon Centre	Sud lyonnais / Vénissieux
Dioxyde de soufre ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Moyenne de 2008	5	2
	Moyenne de 2015	1	1
	Moyenne de 2016	1	0
	Moyenne de 2017	-	0
Indéno(1,2,3-cd)pyrène (ng/Nm^3)	Moyenne de 2008	0.42	1.42
	Moyenne de 2015	0.252	0.563
	Moyenne de 2016	0.242	0.411
	Moyenne de 2017	0.297	0.46
Particules PM10 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Moyenne de 2008	28	nm
	Moyenne de 2015	24	nm
	Moyenne de 2016	21	nm
	Moyenne de 2017	22	nm
Particules PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Moyenne de 2008	21	nm
	Moyenne de 2015	17	nm
	Moyenne de 2016	15	nm
	Moyenne de 2017	15	nm

5.3.2 Evaluation de la dégradation du milieu Air attribuable à l'installation

L'évaluation de la dégradation du milieu s'effectue en comparant à la station de Vénissieux (station représentative du suivi l'impact sur la qualité de l'air du site Carbone Savoie de Vénissieux) :

- les concentrations actuelles à celles mesurées avant l'exploitation de l'OTR (évaluation de la dégradation dans le temps) – repère historique ;
- les concentrations actuelles mesurées en un point impacté à celles mesurées au niveau d'un point témoin non impacté – repère géographique.

Le Tableau 15 permet de comparer l'évolution des concentrations entre 2008 (avant mise en service de l'OTR) et maintenant. Quel que soit le paramètre, les concentrations ont été divisées au minimum par 2 (benzo(k)fluoranthène) et jusqu'à 8 pour le benzo(a)anthracène. L'amélioration est donc particulièrement notable.

Tableau 15 : estimation de la dégradation du milieu Air à la station de Vénissieux – repère historique

Influence temporelle	2008 (ng/m^3)	Moyenne 2015-2017 (ng/m^3)	Dégradation/Amélioration
Benzo(a)anthracène	2.89	0.34	concentration divisée par 8 => amélioration
Benzo(a)pyrène	1.62	0.35	concentration divisée par 5 => amélioration
Benzo(b)fluoranthène	7.94	1.80	concentration divisée par 4 => amélioration
Benzo(k)fluoranthène	2.00	0.98	concentration divisée par 2 => amélioration
Dibenzo(a,h)anthracène	0.22	0.05	concentration divisée par 5 => amélioration
Dioxyde de soufre	2	0.3	concentration divisée par 6 => amélioration
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1.42	0.478	concentration divisée par 3 => amélioration

Le Tableau 16 permet de comparer les concentrations au niveau de la station de Vénissieux (station de référence pour le site) à la station de Lyon Centre (station fond urbaine). Les concentrations sont

supérieures pour tous les paramètres exceptés pour le SO₂. L'influence du site est donc notable pour les HAPs au niveau de la station de Vénissieux.

Tableau 16 : estimation de la dégradation en moyenne sur 2015-2017 – repère géographique

Substances	Lyon Centre (ng/m ³)	sud lyonnais / Vénissieux (ng/m ³)	Dégradation/Amélioration
Benzo(a)anthracène	0.14	0.34	
Benzo(a)pyrène	0.20	0.35	
Benzo(b)fluoranthène	0.56	1.80	Vénissieux > Lyon Centre => dégradation géographique
Benzo(k)fluoranthène	0.23	0.98	
Dibenzo(a,h)anthracène	0.02	0.05	
Dioxyde de soufre	1	0.33	Vénissieux < Lyon Centre
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	0.26	0.48	Vénissieux > Lyon Centre => dégradation géographique

Compte tenu de la dégradation observée, une comparaison avec les valeurs réglementaires de gestion va être réalisée.

5.3.3 Comparaison aux valeurs réglementaires de gestion

Le Tableau 17 propose des valeurs réglementaires ou indicatives pour l'air ambiant, pour les composés mesurés à la station Sud-Lyonnais/Vénissieux, afin de les comparer aux concentrations mesurées dans l'air ambiant. Seuls le dioxyde de soufre et le benzo(a)pyrène sont réglementés en qualité de l'air.

Tableau 17 : synthèse des valeurs réglementaires pour l'air ambiant

Substance	Valeur réglementaire retenue	Source
Dioxyde de soufre	Objectif de qualité : 50 µg/m ³	Normes françaises de qualité de l'air (Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010)
Benzo(a)pyrène	Valeur cible : 1 ng/m ³	Normes françaises de qualité de l'air (Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010)

Sur la base des données disponibles, il apparaît que les concentrations mesurées au niveau de la station de Vénissieux sont inférieures aux valeurs réglementaires disponibles dans l'air ambiant pour le SO₂ et le benzo(a)pyrène.

Le Tableau 18 synthétise les résultats obtenus et permet de conclure sur la compatibilité du milieu Air avec les usages pour ces deux substances.

Tableau 18 : compatibilité avec les usages pour le milieu Air

Substance	Mesures de l'année 2017 autour du site	Interprétation de l'état des milieux
Dioxyde de soufre	C < Créf	Compatible avec les usages
Benzo(a)pyrène	C < Créf	Compatible avec les usages

Par conséquent, le milieu Air est compatible avec les usages pour le SO₂ et le benzo(a)pyrène.

Compte tenu de l'absence de valeurs réglementaires pour les autres HAPs, il est nécessaire de poursuivre la démarche d'interprétation des milieux par la réalisation d'une grille IEM pour tous les HAPs excepté pour le B(a)P.

5.3.4 Grille de calcul IEM pour le milieu Air

La grille de calcul IEM pour le milieu Air est réalisé pour les HAP en équivalent B(a)P, seule substance présentant une VTR pour le milieu Air pour les substances mesurées. La voie d'exposition concernée pour le milieu « Air » est la voie par inhalation.

Voie d'exposition unique : Inhalation					
Facteurs de l'équation :	CI	VTR		Risque	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans l'air	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de Risque individuel (ERI)
	µg/m ³	µg/m ³	(µg/m ³) ⁻¹	-	-
	Mesures terrains	Données issues de bases de données		Résultats	
HAPs éq. BaP	7.60E-04	-	6.00E-04	-	4.6E-07
		<i>Milieu compatible</i>		< 0.2	< 1E-6
		<i>Milieu vulnérable</i>		0.2 - 5	1E-6 - 1E-4
		<i>Milieu incompatible</i>		> 5	> 1E-4

5.3.5 Conclusion de l'IEM pour le milieu Air

Le milieu Air est compatible avec les usages pour toutes les substances mesurées.

5.4 ETAT DU MILIEU SOL

5.4.1 Mesures disponibles

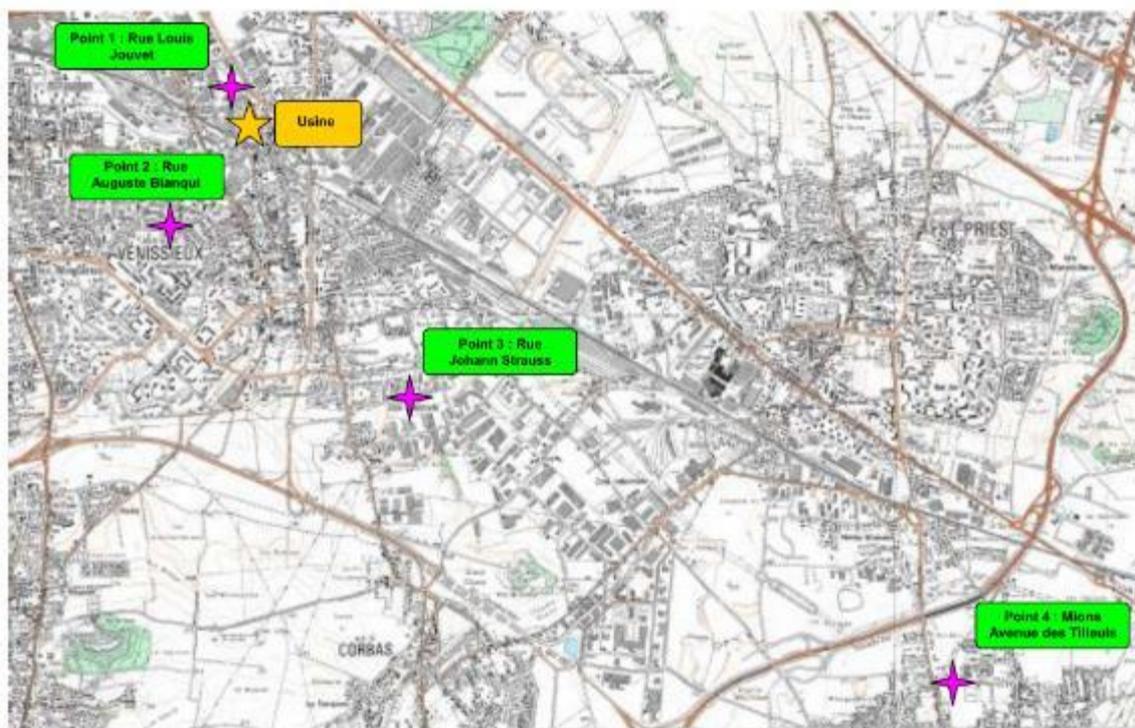
Dans le cadre de l'arrêté préfectoral complémentaire du 28 mai 2009 du site de Vénissieux (cf. Article 4.4), des mesures sur des végétaux et les sols ont été réalisées en 2008, 2009, 2010 et 2011 selon la même méthodologie par le LECES (cf. rapports 2009 RC 16436, 2010 RC18178, 2011 RC 20192). Quatre points ont fait l'objet de mesures en 2011⁸ (données les plus récentes disponibles).

Tableau 19 : points de prélèvements

	Localisation station	Position/Usine	Altitude (m)	Distance/site (m)
1	Vénissieux - rue Louis Jouvét	Nord	184	150
2	Vénissieux - 26, Rue Auguste Blanqui	Sud	206	1300
3	Vénissieux - 8 rue Johann Strauss	Sud	188	2600
Point Témoin	Moins - 51, avenue des Tilleuls	Sud-Est	218	7000

⁸ Données les plus récentes disponibles. A noter que, compte tenu des résultats sur les années 2008 à 2011, l'administration a autorisé l'exploitant à suspendre ses mesures annuelles de suivi dans les sols et les végétaux.

Figure 12 : localisation des points



Le Tableau 20 présente les résultats de mesures obtenus pour l'année 2011.

Tableau 20 : synthèse des résultats de mesures pour l'année 2011

Congénères	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4 : point Témoin
	Concentration (mg/kg de MS)			
Naphtalène	0.02	0.14	0.02	0.03
Acénaphthylène	0.14	0.02	<0.010	0.01
Acénaphtène	0.19	0.31	<0.010	0.02
Fluorène	0.12	0.35	0.02	0.02
Phénanthrène	1.12	2.61	0.11	0.16
Anthracène	0.58	0.32	0.02	0.03
Fluoranthène	3.91	3.52	0.13	0.24
Pyrène	3.29	2.78	0.10	0.19
Benzo(a)anthracène	1.87	1.91	0.07	0.16
Chrysène	1.45	1.83	0.07	0.15
Benzo(b)fluoranthène	2.85	3.27	0.13	0.25
Benzo(k)fluoranthène	0.91	1.25	0.04	0.09
Benzo(a)pyrène	1.49	1.94	0.10	0.19
Dibenzo(ah)anthracène	0.70	0.75	0.05	0.07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1.07	1.83	0.13	0.22
Benzo(g,h,i)perylene	0.90	1.74	0.12	0.23
	Concentration (mg FET/kg de MS)			
HAP éq. B(a)P	2.90	3.56	0.19	0.34

5.4.2 Evaluation de la dégradation du milieu Sols attribuable à l'installation

Le Tableau 21 présentent la comparaison entre les mesures effectuées aux points étudiés avec les valeurs mesurées au niveau du point témoin.

Tableau 21 : évaluation de la dégradation du milieu Sol

	Concentration (mg/kg de MS)		Evaluation de la dégradation du milieu
	Point le plus impacté	Point Témoin	
Naphtalène	1.40E-01 (Point N°1)	3.00E-02	Milieu dégradé
Acénaphthylène	1.40E-01 (Point N°2)	1.00E-02	Milieu dégradé
Acénaphthène	3.10E-01 (Point N°2)	2.00E-02	Milieu dégradé
Fluorène	3.50E-01 (Point N°2)	2.00E-02	Milieu dégradé
Phénanthrène	2.61E+00 (Point N°1)	1.60E-01	Milieu dégradé
Anthracène	5.80E-01 (Point N°1)	3.00E-02	Milieu dégradé
Fluoranthène	3.91E+00 (Point N°1)	2.40E-01	Milieu dégradé
Pyrène	3.29E+00 (Point N°2)	1.90E-01	Milieu dégradé
Benzo(a)anthracène	1.91E+00 (Point N°2)	1.60E-01	Milieu dégradé
Chrysène	1.83E+00 (Point N°2)	1.50E-01	Milieu dégradé
Benzo(b)fluoranthène	3.27E+00 (Point N°2)	2.50E-01	Milieu dégradé
Benzo(k)fluoranthène	1.25E+00 (Point N°2)	9.00E-02	Milieu dégradé
Benzo(a)pyrène	1.94E+00 (Point N°2)	1.90E-01	Milieu dégradé
Dibenzo(ah)anthracène	7.50E-01 (Point N°2)	7.00E-02	Milieu dégradé
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1.83E+00 (Point N°2)	2.20E-01	Milieu dégradé
Benzo(g,h,i)perylene	1.74E+00 (Point N°2)	2.30E-01	Milieu dégradé
HAP éq. B(a)P	3.56E+00 (Point N°2)	3.37E-01	Milieu dégradé

Les concentrations au point présentant les concentrations les plus fortes sont toutes supérieures aux concentrations mesurées au niveau du point témoin. Le milieu est donc considéré comme dégradé. Une comparaison avec les valeurs de gestion va donc être réalisée.

5.4.3 Comparaison aux valeurs réglementaires de gestion

Il n'existe pas de valeur de gestion pour les sols pour les HAPs. Compte tenu de l'absence de valeurs de référence, **il est nécessaire de poursuivre la démarche d'interprétation des milieux par la réalisation d'une grille IEM.**

5.4.4 Grille de calcul IEM pour le milieu Sol

La grille de calcul IEM pour le milieu Sol est réalisée pour le naphtalène, l'acénaphthène, l'anthracène, le benzo(a)pyrène, le benzo(g,h,i)perylene, le fluoranthène, le fluorène, le naphtalène, le phénanthrène, le pyrène et pour les HAPs en équivalent Benzo(a)pyrène.

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

- **Ingestion directe** par le biais d'ingestion de poussières (mains, objets ou aliments souillés par de la terre et portés à la bouche). Des études expérimentales ont en effet permis d'estimer la part de poussières et de sols ingérés par les personnes exposées pour différentes tranches de la vie. Il est montré que les enfants, de par leurs jeux et comportements, ingèrent de plus grandes quantités de terre que les adultes (sol → homme).

- **Ingestion indirecte** par le transfert de contaminants au travers de la chaîne alimentaire. Cette voie concerne les composés susceptibles de se redéposer et qui ont de plus un caractère bio-cumulatif, c'est-à-dire qui ont la possibilité de s'accumuler sans être dégradés dans les végétaux et animaux :
 - sol→végétaux→homme ;
 - sol→céréales→volaille→(œuf→)homme).

La démarche de l'IEM conduit dans un premier temps à évaluer les risques théoriques liés à **l'ingestion directe de sol** par les enfants jouant dans les jardins, scénario d'exposition qui est le plus sensible.

Il existe des Valeurs Toxicologiques de Référence par ingestion pour les effets chroniques à seuil pour les traceurs de risque retenus. Elles sont présentées dans le Tableau 22. Il existe également des Valeurs Toxicologiques de Référence par ingestion pour les effets chroniques sans seuil pour les HAPs équivalent benzo(a)pyrène. Elles sont présentées dans le Tableau 23.

Les valeurs relatives aux quantités de sol ingérées par un enfant et par un adulte sont celles proposées par l'InVS et l'INERIS en 2012 à savoir :

- Le 95ème centile de l'étude de Stanek et al, 2001, retenue dans le document INVS-INERIS publié en 2012, soit 91 mg/j pour les enfants jusqu'à 6 ans,
- Pour les adultes, une quantité ingérée de 50 mg/j est à retenir en première approche.

Tableau 22 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil par ingestion

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR		Référence	Année	Justification du choix
acénaphène	Ingestion	Système digestif	foie	0.06	mg/kg/j	US-EPA	1990	Choix INERIS, 2004
anthracène	Ingestion		Aucun effet observé	0.3	mg/kg/j	US EPA	1990	Choix INERIS, 2004
benzo(a)pyrène	Ingestion	Développement		3.00E-04	mg/kg/j	US-EPA	2017	VTR parue après l'expertise collective (INERIS 2006) et celle de l'ANSES (2010)
benzo(g,h,i)pérylène	Ingestion			0.03	mg/kg/j	RIVM	2003	Choix ANSES 2016
fluoranthène	Ingestion	Système sanguin	rein, foie, sang	0.04	mg/kg/j	US EPA	1990	Choix INERIS, 2004
fluorène	Ingestion	Système sanguin	Decreased RBC, packed cell volume and hemoglobin	0.04	mg/kg/j	US-EPA	1990	Choix INERIS, 2004
naphtalène	Ingestion	Développement	baisse du poids du corps	0.02	mg/kg/j	US-EPA	1998	Choix INERIS, 2014
phénanthrène	Ingestion	Développement		0.04	mg/kg/j	RIVM	2001	Choix INERIS, 2004 et seule valeur disponible

Tableau 23 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil – voie d'exposition par ingestion

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR	Référence	Année de révision	Justification du choix
Benzo(a)pyrène	Ingestion	Estomac	Cancer	1,0 (mg/kg/j) ⁻¹	EPA	2017	VTR parue après l'expertise collective (INERIS 2006) et celle de l'ANSES (2010)

Le Tableau 24 présente le calcul des quotients de danger QD et des Excès de Risque Individuel ERI calculés à partir des concentrations **maximales** mesurées dans le milieu Sol, et des Valeurs Toxicologiques de référence par ingestion.

Tableau 24 : grille de calcul IEM – milieu Sol superficiel – valeurs mesurées maximales

Voie d'exposition unique : Ingestion directe de sol										
Facteurs de l'équation :	Cs	Qs	P	F	T	Tm	VTR		Risque	
Cette grille de calcul de l'IEM ne doit pas être utilisée pour fixer des objectifs de réhabilitation	Concentration de la substance dans le sol	Quantité journalière de sol ingérée	Poids corporel de l'individu	Fréquence d'exposition (nombre)	Durée d'exposition théorique	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de Risque individuel (ERI)
	mg/kg sec	mg/j	kg	-	année	année	mg/kg/j	(mg/kg/j) ⁻¹	-	-
	Mesures terrains	Données issues de bases de données				Données issues de bases de données		Résultats		
acénaphthène										
Enfant (< 6 ans)	3.10E-01	91	15	1	6	70	0.06	-	0.00003	-
Adulte (> 17 ans)	3.10E-01	50	62.5	1	70	70	0.06	-	0.000004	-
anthracène										
Enfant (< 6 ans)	5.80E-01	91	15	1	6	70	0.3	-	0.000012	-
Adulte (> 17 ans)	5.80E-01	50	62.5	1	70	70	0.3	-	0.000002	-
benzo(a)pyrène										
Enfant (< 6 ans)	1.94E+00	91	15	1	6	70	3.00E-04	1	0.04	1.0E-06
Adulte (> 17 ans)	1.94E+00	50	62.5	1	70	70	3.00E-04	1	0.01	4.3E-09
benzo(g,h,i)pérylène										
Enfant (< 6 ans)	1.74E+00	91	15	1	6	70	0.03	-	0.0004	-
Adulte (> 17 ans)	1.74E+00	50	62.5	1	70	70	0.03	-	0.00005	-
fluoranthène										
Enfant (< 6 ans)	3.91E+00	91	15	1	6	70	0.04	-	0.0006	-
Adulte (> 17 ans)	3.91E+00	50	62.5	1	70	70	0.04	-	0.0001	-
fluorène										
Enfant (< 6 ans)	3.50E-01	91	15	1	6	70	0.04	-	0.00005	-
Adulte (> 17 ans)	3.50E-01	50	62.5	1	70	70	0.04	-	0.00001	-
phénanthrène										
Enfant (< 6 ans)	2.61E+00	91	15	1	6	70	0.04	-	0.0004	-
Adulte (> 17 ans)	2.61E+00	50	62.5	1	70	70	0.04	-	0.0001	-
HAP équ. B(a)P										
Enfant (< 6 ans)	3.56E+00	91	15	1	6	70	-	1	-	1.9E-06
Adulte (> 17 ans)	3.56E+00	50	62.5	1	70	70	-	1	-	7.8E-09
							Milieu compatible		< 0.2	< 1E-6
							Milieu vulnérable		0.2 - 5	1E-6 - 1E-4
							Milieu incompatible		> 5	> 1E-4

Pour tous les HAPs, les quotients de danger calculés à partir des concentrations maximales sont inférieures à 0,2.

Les excès de risque sanitaire calculés pour le B(a)P et les HAPs en équivalent B(a)P sont dans la fourchette basse du milieu vulnérable.

5.4.5 Conclusion pour le milieu Sols

L'état du milieu Sol est donc jugé compatible avec les usages pour tous les HAPs excepté pour le benzo(a)pyrène et les HAPs équivalent B(a)P pour lesquels l'état du milieu Sol est considéré comme vulnérable. Il est à noter que les mesures dans les sols sont représentatives de l'historique des activités passées (accumulation des polluants dans les sols). L'évaluation des risques sanitaires permettra de statuer sur l'influence du site sur les concentrations dans les sols.

5.5 LES VEGETAUX

5.5.1 Mesures disponibles

Dans le cadre de l'arrêté préfectoral complémentaire du 28 mai 2009 du site de Vénissieux (cf. Article 4 §4), des mesures sur les salades ont été réalisées en 2010 et 2011 selon la même méthodologie par le LECES (cf. rapports 2010 RC18178, 2011 RC 20192). Quatre points ont fait l'objet de mesures en 2011⁹ (données les plus récentes disponibles), mesures réalisées sur des salades.

Tableau 25 : synthèse des résultats de mesures pour l'année 2010 et 2011 – concentrations dans les salades

Congénères	Point 1		Point 2		Point 3		Point témoin		Salade du marché	Salade du supermarché
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2011	2011
Naphtalène	9.21	33.19	5.3	26.66	14.59	6.13	7.94	4.17	14.39	3.53
Acénaphthylène	<2.63	<3.78	<3.25	<12.84	22.25	<2.23	<2.86	<2.86	<1.78	<1.91
Acénaphthène	8.25	<3.78	<3.25	52.52	13.82	6.77	<2.86	<2.86	<1.78	<1.91
Fluorène	9.17	<3.78	<3.25	59.13	7.5	3.65	9	<2.86	<1.78	<1.91
Phénanthrène	105.05	58.55	130.99	644.99	45.82	64.59	12.18	22.09	15.49	12.52
Anthracène	22.93	<3.78	19.86	65.29	23.12	3.42	<2.86	<2.86	<1.78	<1.91
Fluoranthène	319.73	184.89	600.95	1398.67	60.65	102.68	21.13	26.92	5.41	2.32
Pyrène	320.88	159.75	455.18	1097.14	45.92	77.69	21.64	27.31	4.27	2.6
Benzo(a)anthracène	135.32	32.01	125.74	448.31	13.92	31.35	4.97	6.85	<1.78	<1.91
Chrysène	167.35	77.5	280.66	577.21	26.81	40.9	15.3	12.4	<1.78	<1.91
Benzo(b)fluoranthène	169.39	39.1	88.79	541.06	30.7	34.35	<2.86	9.45	5.01	<1.91
Benzo(k)fluoranthène	48.17	12.69	28.04	262.39	9.67	13	<2.86	6.7	3.95	<1.91
Benzo(a)pyrène	68.05	15.16	10.96	481.19	14.51	36.32	<2.86	8.99	4.67	<1.91
Dibenzo(ah)anthracène	89.75	<1.89	<3.25	<6.42	<2.59	<1.12	<2.86	<1.43	<0.89	<0.95
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	82.34	8.4	13.69	293.14	20.5	21.95	<2.86	5.98	13.01	<1.91
Benzo(g,h,i)perylene	67.14	15.36	11.29	414.13	18.95	30.66	<2.86	9.2	12.06	<1.91
Total 8 HAP en mg/kg FET de MS	196.18	23.49	27.95	638.03	22.76	46.72	0.15	12.25	8.07	0

⁹ Données les plus récentes disponibles. A noter que, compte tenu des résultats sur les années 2008 à 2011, l'administration a autorisé l'exploitant à suspendre ses mesures annuelles de suivi dans les sols et les végétaux.

Les concentrations au niveau du point 2 sont très élevées en 2011. Les échantillons de salades collectés aux points 1, 3, et point témoin (51 avenue des Tilleuls – Mions) proviennent de semences fournies par Carbone Savoie. Par contre au point 2, les échantillons de salades collectés proviennent de semence issue de plan de l'année dernière (se sont ressemés naturellement) et n'ont donc pas eu le même temps d'exposition.

5.5.2 Evaluation de la dégradation

Compte tenu de la remarque précédente (non représentativité du point 2 en 2011), l'évaluation de la dégradation sera réalisée entre les valeurs 2011 au point 1 ou à défaut si les concentrations étaient inférieures au seuil de quantification, aux valeurs 2010. Les résultats sont présentés dans le Tableau 26.

Tableau 26 : évaluation de la dégradation du milieu Végétaux (salades)

Congénères	Concentration (mg/kg de MS)		Evaluation de la dégradation du milieu
	Point le plus impacté	Point Témoin	
Naphtalène	33.19 (2011)	4.17	Milieu dégradé
Acénaphtylène	33.19 (2011)	<2.86	Milieu dégradé
Acénaphthène	8.25 (2010)	<2.86	Milieu dégradé
Fluorène	9.17 (2010)	<2.86	Milieu dégradé
Phénanthrène	58.55 (2011)	22.09	Milieu dégradé
Anthracène	22.93 (2010)	<2.86	Milieu dégradé
Fluoranthène	184.89 (2011)	26.92	Milieu dégradé
Pyrène	159.75 (2011)	27.31	Milieu dégradé
Benzo(a)anthracène	32.01 (2011)	6.85	Milieu dégradé
Chrysène	77.50 (2011)	12.40	Milieu dégradé
Benzo(b)fluoranthène	39.10 (2011)	9.45	Milieu dégradé
Benzo(k)fluoranthène	12.69 (2011)	6.70	Milieu dégradé
Benzo(a)pyrène	15.16 (2011)	8.99	Milieu dégradé
Dibenzo(ah)anthracène	89.75 (2010)	<1.43	Milieu dégradé
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	8.40 (2011)	5.98	Milieu dégradé
Benzo(g,h,i)perylene	15.36 (2011)	9.20	Milieu dégradé
HAP éq. B(a)P	23.49 (2011)	12.25	Milieu dégradé

Les concentrations au point 1 sont toutes supérieures aux concentrations mesurées au niveau du point témoin. Le milieu est donc considéré comme dégradé. Une comparaison avec les valeurs de gestion va donc être réalisée.

5.5.3 Comparaison aux valeurs réglementaires de gestion

La qualité des denrées alimentaires, pour ce qui concerne leur teneur en contaminants chimiques, fait l'objet de règlements européens, appliqués directement en droit national sans avoir besoin de faire l'objet d'une mesure de transposition. Le règlement cadre est le règlement européen CEE 315/1993, qui établit les procédures communautaires relatives aux contaminants dans les denrées alimentaires. Le règlement CE n°1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006 fixe les teneurs maximales de contaminants admissibles dans les denrées alimentaires.

Il n'existe pas de valeur de gestion pour les HAPs. Compte tenu de l'absence de valeurs de référence, **il est nécessaire de poursuivre la démarche d'interprétation des milieux par la réalisation d'une grille IEM.**

5.5.4 Grille de calcul IEM pour le milieu « végétaux »

La voie d'exposition concernée est la voie par ingestion.

Il existe des Valeurs Toxicologiques de Référence par ingestion pour les effets chroniques à seuil pour ces traceurs de risque. Elles sont présentées dans le Tableau 22. Il existe également des Valeurs Toxicologiques de Référence par ingestion pour les effets chroniques sans seuil pour les HAPs. Elles sont présentées dans le Tableau 23.

Les valeurs relatives aux quantités de légumes et fruits ingérées sont celles proposées par l'INERIS pour le logiciel MODUL'ERS¹⁰ pour un enfant (moyenne des classes d'âge 1, 2 et 3) et pour un adulte (classe d'âge 7). Les valeurs retenues dans cette étude correspondent aux valeurs pour les légumes-feuilles (famille à laquelle appartient la salade) sont présentées dans le Tableau 27. Les valeurs relatives à l'autoconsommation sont celles proposées par l'INERIS¹⁰.

Tableau 27 : consommation de légumes et fruits (g frais/jour)

Consommation (g/j)	Enfant (< 6 ans)	Adulte
Légumes-feuilles	12	24

Tableau 28 : part d'autoconsommation de légumes et fruits

	Part d'autoconsommation
Légumes-feuilles	0,5

Les teneurs dans les aliments ont été exprimées en matière fraîche en retenant le pourcentage de matière sèche donnée par l'étude AET2¹¹ de l'ANSES dans les aliments à savoir :

Groupe d'aliments	Pourcentage de matière sèche
Légumes (hors pommes de terre)	12%

Le Tableau 29 présente le calcul des quotients de danger QD et des Excès de Risque Individuel ERI calculés à partir des concentrations **maximales** mesurées dans les salades, et des Valeurs Toxicologiques de référence par ingestion. Les valeurs des consommations d'aliments étant disponibles en poids frais, les mesures ont été ramenées en mg/kg de poids frais en appliquant le taux d'humidité mesuré dans les aliments lors de l'analyse des échantillons.

¹⁰ « Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS », INERIS, RAPPORT n° INERIS-DRC-14-141968-11173C, 23/06/2017

¹¹ ANSES, 2011. Etude de l'alimentation totale française 2 (EAT2), Tomes 1 et 2.

Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail du 21 juin 2011.

Tableau 29 : grille de calcul IEM – végétaux – valeurs mesurées maximales

Voie d'exposition unique : Ingestion de végétaux											
Facteurs de l'équation :	Cfi	Qfi	Afi	P	F	T	Tm	VTR		Risque	
	Concentration de la substance dans les légumes de type feuilles	Quantité de légumes de type feuilles ingérées	Pourcentage d'autoproduction de légumes de type feuilles ingérées	Poids corporel de l'individu	Fréquence d'exposition (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours)	Durée d'exposition théorique	Période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (substance sans seuil d'effet : Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement)	VTR (seuil d'effet)	VTR (sans seuil d'effet)	Quotient de Danger (QD)	Excès de Risque individuel (ERI)
	mg/kg frais	g/j	-	kg	-	année	année	mg/kg/j	(mg/kg/j) ₁	-	-
	Mesures max terrains	Données issues de bases de données						Données issues de bases de données		Résultats	
naphtalène											
Enfant (< 6 ans)	3.98E-03	12	0.5	15	1	6	70	0.02	-	0.000	-
Adulte (> 17 ans)	0.0039828	24	0.5	62.5	1	70	70	0.02	-	0.000	-
acénaphène											
Enfant (< 6 ans)	9.90E-04	12	0.5	15	1	6	70	0.06	-	0.0000	-
Adulte (> 17 ans)	0.00099	24	0.5	62.5	1	70	70	0.06	-	0.0000	-
anthracène											
Enfant (< 6 ans)	2.75E-03	12	0.5	15	1	6	70	0.3	-	0.0000	-
Adulte (> 17 ans)	2.75E-03	24	0.5	62.5	1	70	70	0.3	-	0.0000	-
benzo(a)pyrène											
Enfant (< 6 ans)	1.82E-03	12	0.5	15	1	6	70	3.00E-04	1	0.00	6.2E-08
Adulte (> 17 ans)	1.82E-03	24	0.5	62.5	1	70	70	3.00E-04	1	0.00	3.5E-07
benzo(g,h,i)pérylène											
Enfant (< 6 ans)	1.84E-03	12	0.5	15	1	6	70	0.03	-	0.000	-
Adulte (> 17 ans)	0.0018432	24	0.5	62.5	1	70	70	0.03	-	0.000	-
fluoranthène											
Enfant (< 6 ans)	2.22E-02	12	0.5	15	1	6	70	0.04	-	0.0002	-
Adulte (> 17 ans)	0.0221868	24	0.5	62.5	1	70	70	0.04	-	0.0001	-
fluorène											
Enfant (< 6 ans)	1.10E-03	12	0.5	15	1	6	70	0.04	-	0.0000	-
Adulte (> 17 ans)	1.10E-03	24	0.5	62.5	1	70	70	0.04	-	0.0000	-
phénanthrène											
Enfant (< 6 ans)	7.03E-03	12	0.5	15	1	6	70	0.04	-	0.00	-
Adulte (> 17 ans)	7.03E-03	24	0.5	62.5	1	70	70	0.04	-	0.00	-
HAP éq. B(a)P											
Enfant (< 6 ans)	2.82E-03	12	0.5	15	1	6	70	-	1	-	9.7E-08
Adulte (> 17 ans)	2.82E-03	24	0.5	62.5	1	70	70	-	1	-	5.4E-07
								Milieu compatible		< 0.2	< 1E-6
								Milieu vulnérable		0.2 - 5	1E-6 - 1E-4
								Milieu incompatible		> 5	> 1E-4

Pour **tous les HAPs**, les quotients de danger calculés à partir des concentrations maximales sont inférieures à 0,2 et les Excès de Risque individuel sont inférieurs à 1.10^{-6} , seuils fixés pour la compatibilité du milieu, aussi bien pour un adulte que pour un enfant. **La culture de salade est donc jugée compatible.**

5.6 CONCLUSION DE L'IEM

Le milieu « Air » est compatible avec les usages pour toutes les substances mesurées (HAPs et SO₂).

Le milieu « végétaux » (salade) est jugé également compatible pour tous les HAPs.

Le milieu « Sol » est jugé compatible avec les usages pour tous les HAPs excepté pour le benzo(a)pyrène et les HAPs équivalent B(a)P pour lesquels **l'état du milieu Sol est considéré comme vulnérable**. Il est à noter que les mesures dans les sols sont représentatives de l'historique des activités passées (accumulation des polluants dans les sols) et non de l'activité présente du site. L'évaluation des risques sanitaires permettra de statuer sur l'influence du site dans sa configuration actuelle sur les concentrations dans les sols.

6. EVALUATION PROSPECTIVE DES RISQUES SANITAIRES

6.1 CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE, IDENTIFICATION DES DANGERS ET RELATIONS DOSE-REPONSE

6.1.1 Substances émises par le site

Les substances émises sont présentées dans le Tableau 30.

Tableau 30 : substances émises par l'OTR

Nom	N°CAS
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10102-44-0
Poussières	nd
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0
Dioxyde de soufre (SO ₂)	05/09/7446
COVNM	-
HAP dont :	-
Acénaphène	83-32-9
Acénaphylène	208-96-8
Anthracène	120-12-7
Benzo(a)anthracène	56-55-3
Benzo(a)pyrène	50-32-8
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2
Benzo(g,h,i)pérylène	191-24-2
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9
Chrysène	218-01-9
Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3
Fluoranthène	206-44-0
Fluorène	86-73-7
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5
Naphtalène	91-20-3
Phénanthrène	85-01-8
Pyrène	129-00-0

Parmi les familles de composés ou somme de composés inventoriés, certains ne peuvent être retenus en tant que tels dans la suite de l'évaluation des risques sanitaires.

6.1.1.1 COVNM

Les COVs constituent une famille de substances très hétérogènes quant à leur comportement physico-chimique et leur dangerosité. La mesure en COVNM (COV non méthaniques) ne signifie rien en évaluation du risque sanitaire.

Les mesures disponibles sur site indiquent que le benzène représente moins de 10% des COVNM¹² et que le formaldéhyde n'a pas mesuré (mesure inférieure aux Limites de Quantification). Rappelons également que les VLE sont dix fois plus élevées que les concentrations réellement mesurées à l'émission en 2017. Dans la présente étude, il a été choisi de conserver le benzène comme traceur pour les COVNM en retenant 10% de la valeur obtenue pour les COVNM.

¹² Mesures 2005 et 2006 (RC 10567 février 2005 émissions four 9 et 12, RC 11462 janvier 2006 BTEX four 10 et RC 11463 janvier 2006 BTEX four 12)

6.1.1.2 Poussières

Des mesures de granulométrie ont été réalisées en mai 2017 lors de la 2^{ème} campagne trimestrielle de mesures. Les résultats sont les suivants :

Fraction	Représentativité
PM>10	0%
PM<10	100%
PM<2.5	84%
PM<1	84%

Les poussières seront assimilées 100% aux PM10 (particules de diamètre inférieur à 10 µm) et 84 % aux PM2,5 (particules de diamètre inférieur à 2,5 µm), particules présentant le plus de risque pour la santé humaine.

6.1.1.3 HAPs

16 HAPs sont mesurés à l'émission. Leur poids respectif à l'émission est présenté dans le tableau ci-dessous. Ces données sont issues des moyennes des mesures de 2017.

HAP	Concentration moyenne à l'émission sur l'année 2017 (µg/Nm ³ sec)	% à l'émission sur la somme des 16 HAPs
Acénaphthylène	8.39	0.6%
Acénaphthène	5.81	0.4%
Fluorène	4.84	0.3%
Phénanthrène	185.58	13.1%
Anthracène	6.99	0.5%
Fluoranthène	221.48	15.6%
Pyrène	158.15	11.1%
Benzo(a)anthracène	138.19	9.7%
Chrysène	152.71	10.8%
Benzo(b)fluoranthène	263.13	18.5%
Benzo(k)fluoranthène	66.85	4.7%
Benzo(a)pyrène	75.17	5.3%
Dibenz(a,h)anthracène	13.85	1.0%
Benzo(ghi)pérylène	37.26	2.6%
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	37.98	2.7%
Naphtalène	42.77	3.0%
16 HAP	1.42	100%

Nous appliquerons ces ratios aux concentrations et dépôts estimés pour la somme des 16 HAPs dans le cadre de l'ERS, excepté pour le bezo()pyrène qui est soumis à une VLE propre.

6.1.2 Identification des dangers

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

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

A partir de données trouvées dans la littérature, le Tableau 32 présente, pour l'ensemble des composés inventoriés, les voies d'exposition principales, les dangers possibles, ainsi que la classification du caractère cancérigène pour l'OMS/CIRC, l'EPA et l'Union Européenne. Le Tableau 31 rappelle la définition des différentes classifications.

Tableau 31 : classifications CIRC, US-EPA et Union Européenne pour les effets cancérigènes

CIRC - OMS	US EPA	Union Européenne
1 : cancérigènes pour l'homme	A : cancérigènes pour l'homme (preuves suffisantes chez l'homme)	1A : Substances dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est avéré.
2A : cancérigènes probables pour l'homme (preuves limitées chez l'homme, suffisantes chez l'animal)	B1 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves limitées chez l'homme)	1B : Substances dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est supposé.
	B2 : cancérigènes probable pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme, suffisantes chez l'animal)	
2B : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme, suffisantes ou limitées chez l'animal)	C : cancérigènes possibles pour l'homme (preuves non adéquates chez l'homme et limitées chez l'animal)	
3 : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme	D : non classable pour sa cancérigénicité pour l'homme (preuves insuffisantes chez l'homme et chez l'animal)	2 : Substances suspectées d'être cancérigènes pour l'homme
4 : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal	E : absence connue d'effets cancérigènes chez l'homme et chez l'animal	

Tableau 32 : identification des dangers par substances

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérigénicité		
				CIRC	EPA	UE
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10102-44-0	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Poussières	nd	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Dioxyde de soufre (SO ₂)	05/09/7446	Système respiratoire	Inhalation	-	-	-
Benzène	71-43-2	Système sanguin et immunitaire	Inhalation	1	A	1A
HAP						
acénaphthène	83-32-9	Système digestive	Ingestion	3		

Nom	N°CAS	Effets/Organes cibles	Voies d'exposition principales	Cancérogénicité		
				CIRC	EPA	UE
acénaphthylène	208-96-8	-	-			
anthracène	120-12-7	-	Ingestion	3		
benzo(a)anthracène	56-55-3		Ingestion	2B		
benzo(a)pyrène	50-32-8	Développement	Inhalation /Ingestion	1	A	1B
benzo(b)fluoranthène	205-99-2		Ingestion	2B		1B
benzo(g,h,i)pérylène	191-24-2		Ingestion	3		
benzo(k)fluoranthène	207-08-9		Ingestion	2B		1B
chrysène	218-01-9		Ingestion	2B		
dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3		Ingestion	2A		1B
fluoranthène	206-44-0	Système sanguin	Ingestion	3		
fluorène	86-73-7	Système sanguin	Ingestion	3		
indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5		Ingestion	2B		
naphtalène	91-20-3	Développement	Ingestion	2B		
phénanthrène	85-01-8	Développement	Ingestion	3		
pyrène	129-00-0	Rein	Ingestion	3		

6.1.3 Etude des relations dose-réponse

6.1.3.1 Définitions

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

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

- **les toxiques à effets à seuil** pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque et dont la gravité des effets est proportionnelle à la dose.
- **les toxiques à effets sans seuil** tels que les cancérigènes génotoxiques pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) ont été définis. Ils correspondent à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à 1 µg/m³ (durant toute sa vie¹³ et 24h/24) par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée. Un ERU à 10⁻⁵ signifie qu'une personne exposée durant toute sa vie à 1 µg/m³ aurait une probabilité supplémentaire par rapport au risque de base de 0,00001 de contracter un cancer ou bien, en d'autres termes, que si 100 000 personnes sont exposées, 1 cas de cancer supplémentaire est susceptible d'apparaître. Il n'existe pas de valeur seuil sans risque pour les composés à effets sans seuil.

¹³ conventionnellement prise égale à 70 ans

6.1.3.2 Critères de choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

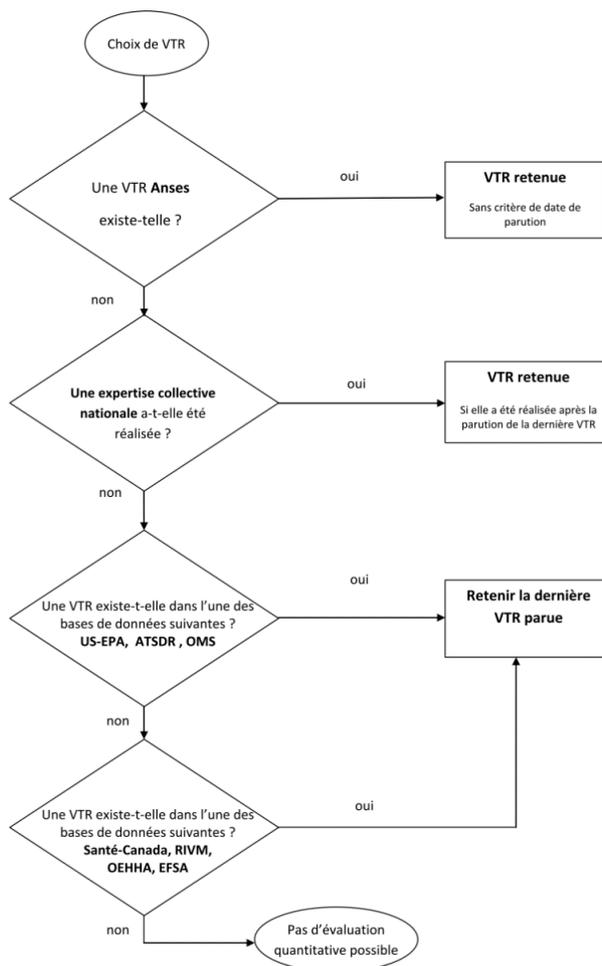
Pour chaque substance sélectionnée précédemment, des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) ont été recherchées auprès des différentes instances internationales suivantes :

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

Dans l'objectif de simplifier les modalités de **sélection des VTR** et par la même la vérification des dossiers par les services de l'Etat, la **Direction Générale de la Santé** a demandé, par une note d'information (DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014), de sélectionner la VTR en suivant le logigramme de la Figure 13 lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition.

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

Figure 13 : logigramme pour le choix des VTR (DGS)



6.1.3.3 Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Le Tableau 33 présente pour chaque substance émise la disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence dans la littérature consultée.

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

Tableau 33 : disponibilité des Valeurs Toxicologiques de Référence (exposition chronique)

Nom	N°CAS	VTR à seuil		VTR sans seuil	
		Voie respiratoire	Voie digestive	Voie respiratoire	Voie digestive
Dioxyde d'azote (NO ₂)	10102-44-0				
Poussières PM10	-				
Poussières PM2.5	-				
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0				
Dioxyde de soufre (SO ₂)	05/09/7446				
Benzène	71-43-2	x		x	
acénaphène	83-32-9		x		
acénaphylène	208-96-8				
Anthracène	120-12-7		x		
benzo(a)anthracène	56-55-3			x	x
benzo(a)pyrène	50-32-8	x	x	x	x
benzo(b)fluoranthène	205-99-2			x	x
benzo(g,h,i)pérylène	191-24-2		x	x	x
benzo(k)fluoranthène	207-08-9			x	x
chrysène	218-01-9			x	x
dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3			x	x
fluoranthène	206-44-0		x		
fluorène	86-73-7		x		
indéno(1,2,3-cd)pyrène	193-39-5			x	x
naphtalène	91-20-3	x	x	x	x
phénanthrène	85-01-8		x		
pyrène	129-00-0		x		

Cases grisées : VTR par ingestion non recherchée car substance gazeuse (risque par voie respiratoire uniquement)

NO₂, SO₂, poussières (PM₁₀, PM_{2,5}) : la littérature ne fournit pas de VTR pour ces substances, il n'existe que des valeurs guides de l'OMS. Comme le rappelle la note d'information de la DGS (octobre 2014), l'évaluateur doit s'abstenir d'utiliser des valeurs guides de qualité des milieux. Ces substances ne sont donc pas retenues comme traceur de risque. Seules les concentrations dans l'air sont comparées aux valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. Le Tableau 35 présente les valeurs guides retenues pour les poussières (PM₁₀, PM_{2,5}), les NO_x et le SO₂ en l'absence de VTR.

Monoxyde de carbone, acénaphylène : la littérature ne fournit pas de VTR. Ces substances ne seront donc pas retenues dans la suite de l'étude.

HAP :

- **pour le risque sans seuil lié aux HAP (risque cancérigène)**, il existe une VTR par inhalation ou ingestion uniquement pour le B(a)P. C'est en effet sur le BaP que portent les données toxicologiques les plus importantes. Pour les HAP classés cancérigènes par le CIRC ou l'US-EPA, à l'exclusion du naphthalène, l'INERIS¹⁴ conseille d'utiliser l'approche substance par substance. Cette approche consiste à appliquer les FET (facteurs d'équivalences toxiques qui expriment la toxicité de chaque HAP par rapport à celle du BaP) sur les doses d'exposition calculées par inhalation et par ingestion pour chaque HAP, puis d'utiliser les Excès de Risque Unitaire (ERU) par inhalation et par ingestion disponibles pour le benzo(a)pyrène pour l'évaluation du risque sanitaire. Les FET retenus dans ce rapport sont ceux proposés par l'INERIS (Tableau 34).

Tableau 34 : Facteur d'équivalent toxique pour les substances cancérigènes

HAP émis par le site de Vénissieux	FET retenus par l'INERIS	Substance classée cancérigène par le CIRC ou l'US-EPA
Benz[a]anthracène	0.1	x
Benzo[a]pyrène	1	x
Benzo[b]fluoranthène	0.1	x
Benzo[k]fluoranthène	0.1	x
Chrysène	0.01	x
Dibenz[a,h]anthracène	1	x
Indeno[1,2,3-cd]pyrène	0.1	x
Naphtalène	0.001	x

- **pour le risque à seuil lié aux HAP**, l'INERIS préconise de retenir les 8 HAPs pour lesquels des VTR ont été établies à savoir : l'acénaphène, l'anthracène, le benzo[g,h,i]perylène, le fluoranthène, le fluorène, le naphthalène, le phénanthrène et le pyrène. A ces substances a été ajouté le benzo(a)pyrène conformément au choix de l'ANSES de 2016 pour l'ingestion et suite à la publication du VTR pour l'inhalation en 2017 par l'US-EPA.
A noter que le benzo[g,h,i]perylène ne possède qu'une VTR par ingestion et pas de coefficient de transfert dans la chaîne alimentaire, il ne sera donc pas retenu pour l'ingestion.

Les fiches toxicologiques pour chaque substance sont présentées en Annexe 7.

A partir des VTR disponibles dans la littérature consultée, les Tableau 36 et Tableau 37 résument les VTR retenues pour cette étude.

¹⁴ INERIS. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP). Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets cancérigènes : Approche substance par substance (facteurs d'équivalence toxique – FET) et approche par mélanges. Evaluation de la relation dose-réponse pour des effets non cancérigènes : valeurs toxicologiques de référence (VTR). Rapport final. 18 décembre 2003. 64p., INERIS-DRC-03-47026-ETSC-BDo-N°03DR177.doc

Tableau 35 : valeurs guides

Composé	Voie d'exposition	Valeurs guides	Source et Date	Organe cible / Effets critiques	Type d'étude
NO ₂	Inhalation	40 µg/m ³ (valeur guide moyenne annuelle)	OMS 2005	Système respiratoire	Homme
PM10	Inhalation	20 µg/m ³ (valeur guide moyenne annuelle)	OMS 2005	Système respiratoire	Homme
PM _{2.5}	Inhalation	10 µg/m ³ (valeur guide moyenne annuelle)	OMS 2005	Système respiratoire	Homme
SO ₂	Inhalation	50 µg/m ³ valeur guide moyenne annuelle)	OMS 2000	Appareil respiratoire	Homme

Tableau 36 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques à seuil

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR		Référence	Année	Justification du choix
acénaphène	Ingestion	Système digestive	foie	0.06	mg/kg/j	US-EPA	1990	Choix INERIS, 2004
anthracène	Ingestion		Aucun effet observé	0.3	mg/kg/j	US EPA	1990	Choix INERIS, 2004
benzo(a)pyrène	Inhalation	Développement	Développement embryonnaire	2.00E-03	µg/m ³	US-EPA	2017	VTR la plus récente
benzo(a)pyrène	Ingestion	Développement		3.00E-04	mg/kg/j	US-EPA	2017	VTR la plus récente
benzo(g,h,i)pérylène	Ingestion			0.03	mg/kg/j	RIVM	2003	Choix ANSES 2016
fluoranthène	Ingestion	Système sanguin	rein, foie, sang	0.04	mg/kg/j	US EPA	1990	Choix INERIS, 2004
fluorène	Ingestion	Système sanguin	Decreased RBC, packed cell volume and hemoglobin	0.04	mg/kg/j	US-EPA	1990	Choix INERIS, 2004
naphtalène	Inhalation	Système respiratoire	Lésions de l'épithélium respiratoire et olfactif	37	µg/m ³	Anses	2013	Valeur ANSES
naphtalène	Ingestion	Développement	baisse du poids du corps	0.02	mg/kg/j	US-EPA	1998	Choix INERIS, 2014
phénanthrène	Ingestion	Développement		0.04	mg/kg/j	RIVM	2001	Choix INERIS, 2004 et seule valeur disponible

Substance	Voie d'exposition	Organe /Système cible	Effet(s) observé(s)	VTR		Référence	Année	Justification du choix
pyrène	Ingestion	Rein	Kidney effects (renal tubular pathology, decreased kidney weights)	0.03	mg/kg/j	US-EPA	1990	Choix INERIS, 2004
Benzène	Inhalation	Système immunitaire	-	10	µg/m ³	ATSDR	2007	VTR la plus récente dans les bases ATSDR, EPA, OMS

Tableau 37 : valeurs toxicologiques de référence retenues pour les effets chroniques sans seuil

Substance	Voie d'exposition	ERU		Référence		Justification du choix
benzo(a)pyrène	Inhalation	6.00E-04	(µg/m ³) ⁻¹	US-EPA	2017	VTR la plus récente
benzo(a)pyrène	Ingestion	1	(mg/kg/j) ⁻¹	USEPA	2017	VTR la plus récente
naphtalène	Inhalation	5.60E-06	(µg/m ³) ⁻¹	ANSES	2013	Choix ANSES 2016
naphtalène	Ingestion	0.12	(mg/kg/j) ⁻¹	OEHHA	2011	Choix INERIS 2014
Benzène	Inhalation	2.60E-05	(µg/m ³) ⁻¹	ANSES	2013	VTR ANSES prioritaire

6.1.4 Choix des traceurs de risque

Conformément à la démarche décrite dans le guide INERIS 2013 et aux pratiques courantes, les traceurs de risque sont choisis en fonction des émissions, des toxicités des substances émises, des concentrations dans l'environnement, des classements des ratios des émissions divisées par les VTR pour les effets à seuil.

Les critères de choix suivants sont définis :

- toutes les substances présentant des risques cancérigènes sont retenues ;
- application de la méthode des scores (démarche classiquement utilisée notamment par l'INERIS) aux émissions réelles du site. Le ratio « flux à l'émission divisé par la VTR » est calculé :
 - toutes les substances pour lesquelles le ratio est supérieur à 10% du ratio le plus élevé sont retenues ;
 - les substances pour lesquelles les ratios sont inférieurs à 1% du ratio le plus élevé sont écartées ;
 - les substances pour lesquelles le ratio est compris entre 1 et 10% sont retenues selon le contexte local : tous les HAPs de cette catégorie seront retenus dans la présente étude.

Le classement des traceurs de risque suivant le ratio flux/VTR est présenté dans le Tableau 38 ainsi que le choix (retenu/non retenu) effectué. Pour chaque voie (ingestion ou inhalation) apparaisse :

- sur fond rouge : les scores supérieurs à 10% du score maximal ;
- sur fond vert : les scores inférieures à 1% du score maximal.

Les NO_x, le SO₂ et les poussières sont également retenus car ce sont des traceurs traditionnels pour les installations de combustion. Cependant, ils ne feront pas l'objet de calculs des risques car les valeurs guides (OMS) utilisées pour évaluer l'impact sur la santé sont des valeurs de gestion et non des valeurs toxicologiques. Les concentrations modélisées seront simplement comparées à ces valeurs guides.

Les substances retenues comme traceurs de risques sont donc les suivantes :

- **Acénaphène**
- **Phénanthrène**
- **Fluoranthène**
- **Pyrène**
- **Benzo(a)anthracène**
- **Chrysène**
- **Benzo(b)fluoranthène**
- **Benzo(k)fluoranthène**
- **Benzo(a)pyrène**
- **dibenzo(a,h)anthracène**
- **Indéno(1,2,3-cd)pyrène**
- **Naphtalène**
- **Benzène**

Tableau 38 : classement des traceurs de risque suivant le ratio flux/VTR

Substances	Cancérogène	Emissions en kg/h	VTR à seuil		Score Emissions/VTR à seuil		Retenu	
			Inhalation	Ingestion	Inhalation	Ingestion		
Acénaphthylène		9.7E-04			-	-		
Acénaphène		6.8E-01		6.00E-02	-	1.13E+01	Oui =>	>10% du max par ingestion
Fluorène		5.6E-04		4.00E-02	-	1.41E-02	Non =>	<1% du max par ingestion
Phénanthrène		2.2E-02		4.00E-02	-	5.39E-01	Oui =>	entre 1 et 10% du max par ingestion
Anthracène		8.1E-04		3.00E-01	-	2.71E-03	Non =>	<1% du max par ingestion
Fluoranthène		2.6E-02		4.00E-02	-	6.43E-01	Oui =>	entre 1 et 10% du max par ingestion
Pyrène		1.8E-02		0.03	-	6.13E-01	Oui =>	entre 1 et 10% du max par ingestion
Benzo(a)anthracène	OUI	1.6E-02			-	-	Oui =>	cancérogène
Chrysène	OUI	1.8E-02			-	-	Oui =>	cancérogène
Benzo(b)fluoranthène	OUI	3.1E-02			-	-	Oui =>	cancérogène
Benzo(k)fluoranthène	OUI	7.8E-03			-	-	Oui =>	cancérogène
Benzo(a)pyrène	OUI	8.7E-03	2.00E-03	3.00E-04	4.37E+00	2.91E+01	Oui =>	cancérogène
dibenzo(a,h)anthracène	OUI	1.6E-03			-	-	Oui =>	cancérogène
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	OUI	4.4E-03			-	-	Oui =>	cancérogène
Naphtalène	OUI	5.0E-03	37	2.00E-02	1.34E-04	2.49E-01	Oui =>	cancérogène
Benzène	OUI	2.93E-02	10		2.93E-03		Oui =>	cancérogène

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

6.2 ETUDE DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

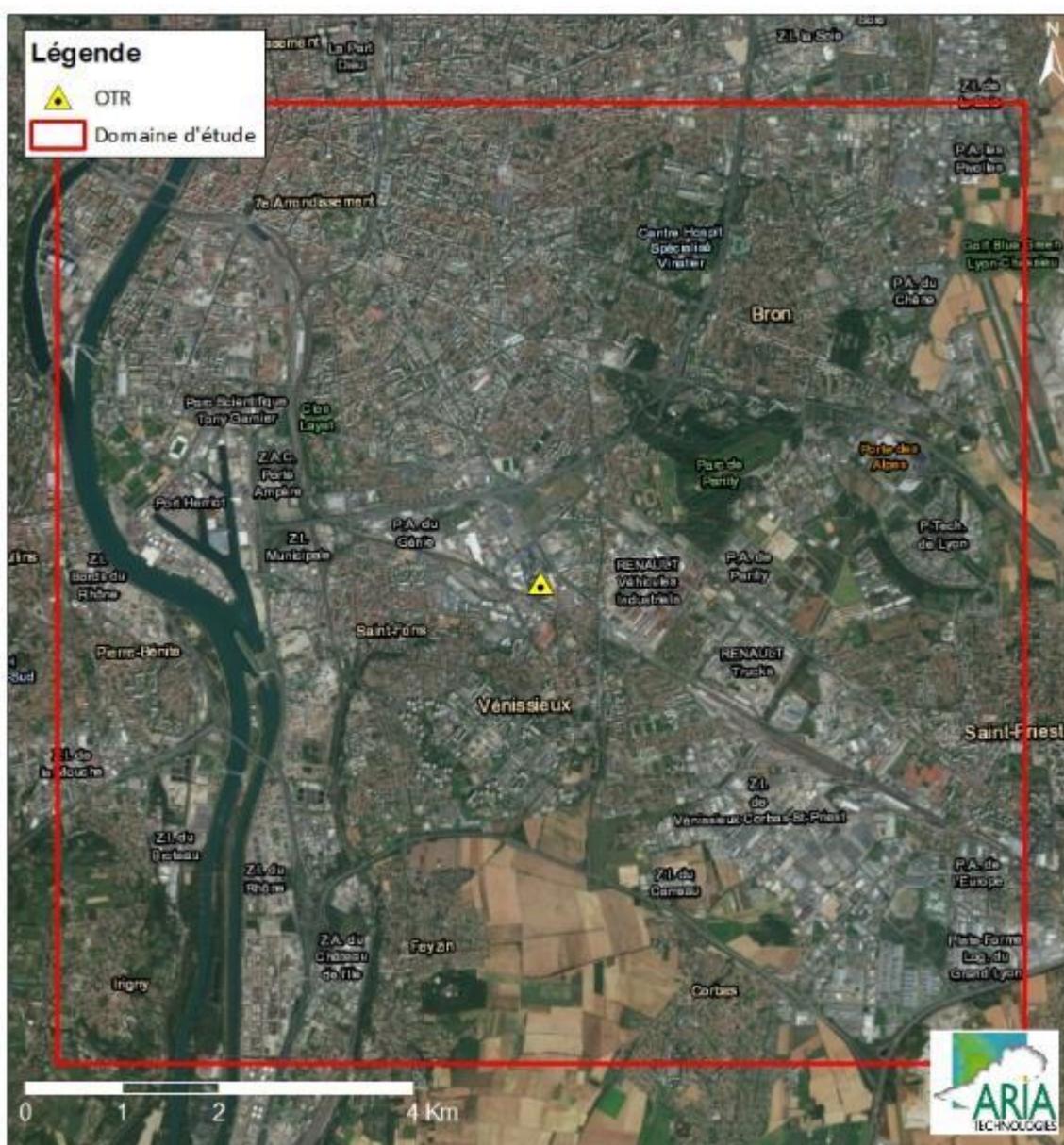
Afin d'estimer les concentrations et dépôts dans l'environnement **attribuables aux installations du site dans la configuration retenue dans l'ERS à savoir la configuration prenant en compte les VLE 2018**, une étude de dispersion a été réalisée pour les traceurs de risques retenus (cf. paragraphe 6.1). Rappelons que les mesures 2017 montrent que les émissions réelles du site sont bien plus faibles que les VLE (cf. paragraphe 2.1.1, Tableau 3).

6.2.1 Données d'entrée

6.2.1.1 Domaine d'étude

Le domaine d'étude retenu est un carré de 10 km sur 10 km centré sur l'OTR.

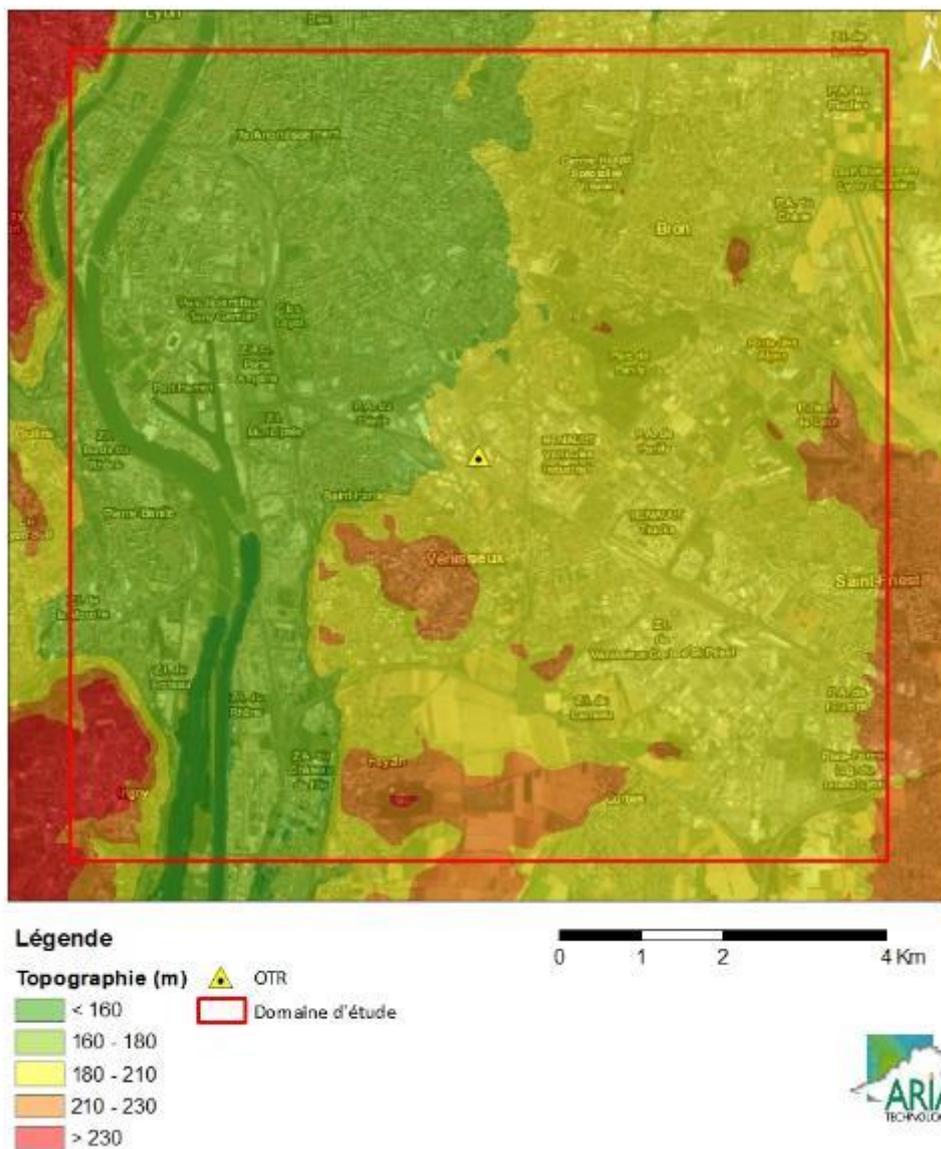
Figure 14 : carte du domaine d'étude



6.2.1.2 Topographie

La topographie est issue d'un Modèle Numérique de Terrain au pas de 100 mètres. La Figure 15 présente une vue 2D de la topographie sur le domaine d'étude. Le relief est compris entre 148 et 274m.

Figure 15 : topographie du domaine d'étude (source : IGN)



6.2.1.3 Météorologie

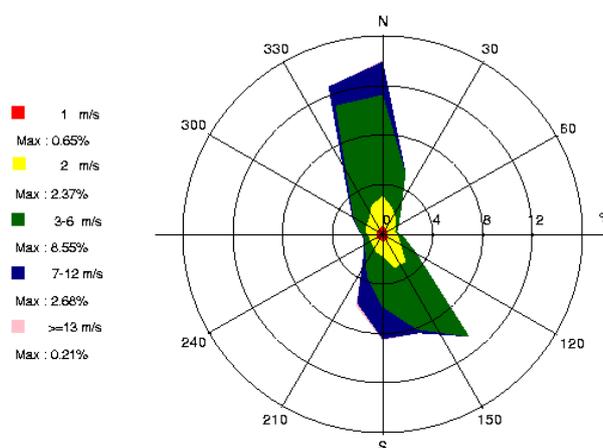
Les données météorologiques proviennent de la station Météo-France de Lyon Saint-Exupéry pour les mesures de vent (direction et vitesse), de température, de nébulosité et de pluie. Cette station est située à environ 16 km au nord-est du site.

Les données météorologiques utilisées sont des mesures horaires (1 mesure toutes les heures). Ce fichier comporte trois années de mesures : du 01/01/2015 au 31/12/2017. Ce choix correspond aux recommandations des instances administratives (DREAL, DDASS, INERIS) : en effet, l'INERIS conseille d'utiliser des données horaires ou trihoraires sur 3 ans minimum dans son guide méthodologique relatif aux évaluations des risques sanitaires¹⁵.

L'analyse détaillée de ces données est présentée au paragraphe 3.4. La Figure 16 rappelle la rose des vents de la station de Lyon Saint-Exupéry sur les trois années retenues pour cette étude.

Figure 16 : rose des vents

Station Lyon Saint-Exupéry (du 01/01/2015 au 31/12/2017)



6.2.1.4 Emissions

Les émissions prises en compte correspondent aux émissions présentées au paragraphe 2.

¹⁵ « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées », INERIS, août 2013

6.2.2 Détermination des concentrations dans l'air et des dépôts au sol

6.2.2.1 Présentation du logiciel de dispersion et paramétrages

6.2.2.1.1 Présentation générale du logiciel

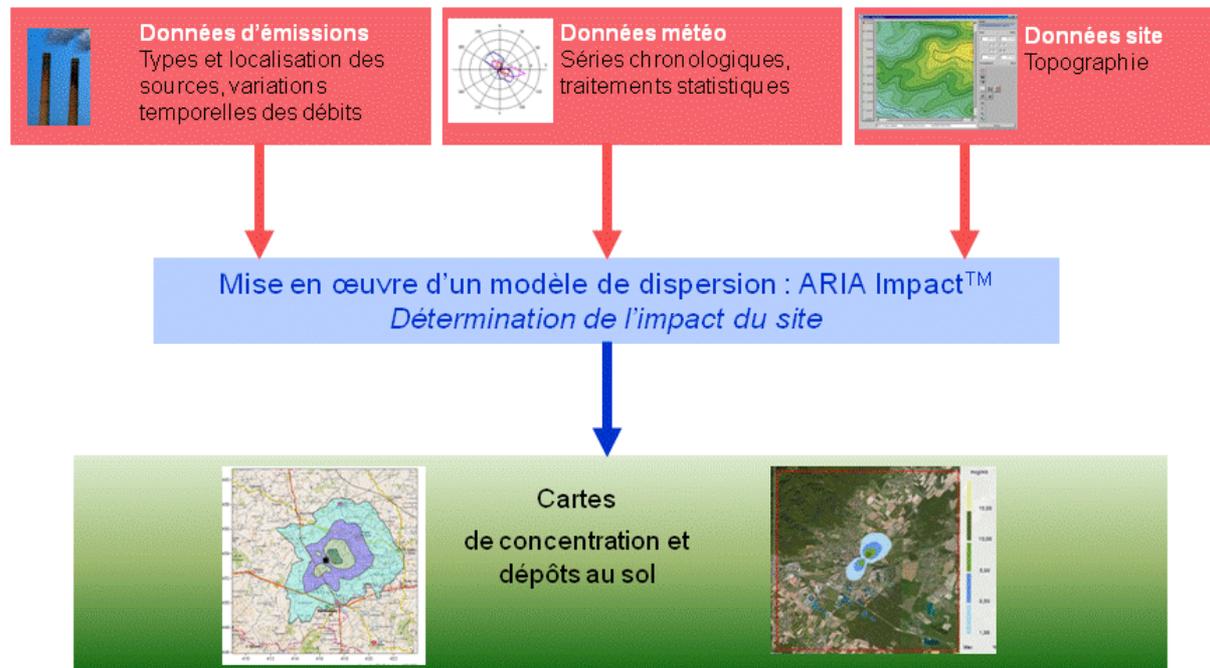
Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact, version 1.8. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs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

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

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

Une description détaillée du modèle est présentée en Annexe 3.

Le diagramme ci-dessous schématise la méthodologie.



6.2.2.1.2 Paramétrages du modèle de dispersion

Les hypothèses de calcul suivantes ont été prises en compte :

- une prise en compte simplifiée de la topographie ;
- un modèle de dispersion selon les écarts-types de Briggs (modèle standard en zone urbaine) ;
- une surélévation du panache due à la vitesse d'éjection et à la température des fumées suivant la formulation de Briggs ;
- le calcul des dépôts au sol et un lessivage du panache par la pluie ;
- une prise en compte des vents calmes ;
- une maille de calcul de 50 mètres ;
- les émissions présentées au paragraphe 2 correspondant aux Valeurs Limites à l'émission (VLE).

6.2.2.1.2.1 Calcul des dépôts au sol

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

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

6.2.2.1.2.2 Caractéristiques des espèces

Le Tableau 39 résume les valeurs utilisées dans le cadre de cette étude pour le calcul des dépôts.

Tableau 39 : paramètres de calcul des dépôts pour chacune des espèces étudiées

Polluant	Phase du polluant	Vitesse de dépôt sec (m/s)	Coefficient de lessivage (s^{-1})	Diamètre de particules (μm)	Source biblio.
Oxydes d'azote (NO _x)	Gaz	0	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0	-
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Gaz	$6,0 \cdot 10^{-3}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0	[1]
Poussières (PM10)	Particules	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	10	[3]
Poussières (PM2,5)	Particules	$0,6 \cdot 10^{-2}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	2,5	[2]
Poussières (PM1)	Particules	$0,2 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	1	-
Monoxyde de carbone (CO)	Gaz	0	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0	[4]
COVNM	Gaz	0	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0	-
8 HAP	Particules	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	1,3	-
16 HAP	Particules	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	1,3	-
Benzo(a)pyrène	Particules	$5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$	1,3	-

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

[2] WGE RIVM report n° 259101011/2002 : Preliminary modelling and mapping of critical loads for cadmium and lead in Europe JP Hettelingh, J. Slootweg, M. Posch (eds.) S. Dutchak, I Ilyin

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

[4] "Seasonal and annual deposition rates of sulphur, nitrogen and chloride species to an oak forest in north-eastern Austria" (Wolkersdorf, 240 m a.s.l.), Hans Puxbaum and Martin Gregori, *Atmospheric Environment* Vol 32 (1998), 3557-3568

6.2.2.2 Présentation des résultats

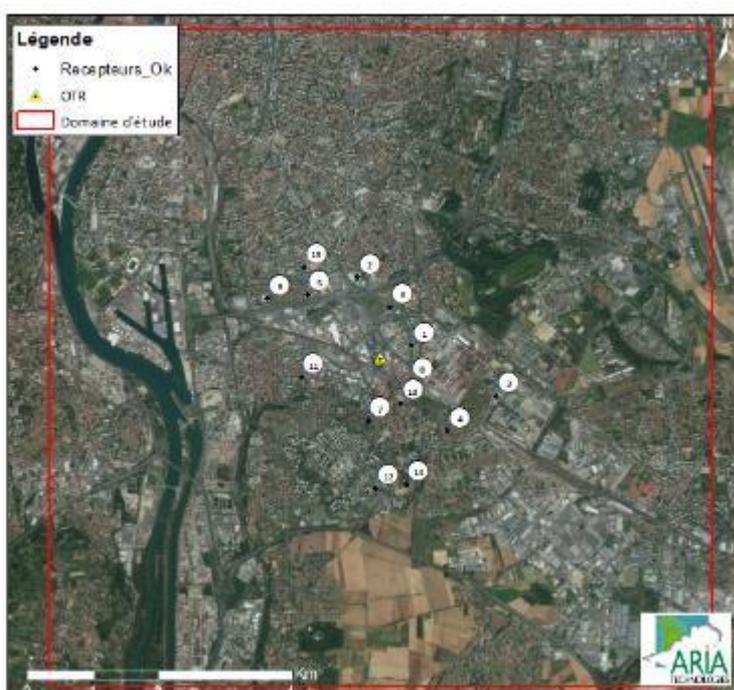
Les résultats sont exprimés sous forme de :

- concentration en moyenne annuelle ;
- dépôts au sol pour les espèces particulières.

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de cartes et de tableaux. Ces résultats ne concernent que la contribution des rejets étudiés. L'unité retenue pour exprimer les concentrations de polluant dans l'air dans ce rapport est le $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ⁽¹⁶⁾ et le $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ pour les dépôts au sol.

Les résultats sont également présentés au niveau de points cibles (premières habitations autour du site et points sensibles) présentés sur la Figure 17.

Figure 17 : localisation des points cibles



Points cibles	
1	Ecole primaire Jules Guesde - Vénissieux
2	Plaine de jeux des Etats Unis - Vénissieux
3	Crèche Les Lionceaux - St Priest
4	Crèche Pain d'épices - Vénissieux
5	Ecole primaire Georges Lévy - Vénissieux
6	Lycée Marcel Sembat - Vénissieux
7	Habitations Sud
8	Habitation Sud Est
9	Centre Nautique Intercommunal - Vénissieux
10	Station ATMO Sud Lyonnais/Vénissieux
11	Station ATMO Sud Lyonnais/St Fons
12	Jardins de l'Envol
13	Jardins Ouvriers SYTRAL
14	Prairies permanentes en herbe

¹⁶ microgramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \mu\text{g} = 1.10^{-6} \text{ g}$

6.2.2.3 Réglementation de la qualité de l'air

Dans le cadre de cette étude, seules les concentrations en moyenne annuelle sont calculées. Ces grandeurs sont comparables aux valeurs réglementaires de qualité de l'air exprimées en moyenne annuelle uniquement. Le Tableau 40 rappelle ces valeurs réglementaires pour la qualité de l'air¹⁷.

Tableau 40 : réglementation en vigueur en France pour la santé humaine

Substances	Réglementation française	
	Objectif de qualité	Valeur limite (ou Valeur Cible)
Particules fines <10 µm (PM10)	En moyenne annuelle : 30 µg/m ³	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³ En moyenne journalière : 50 µg/m ³ (à ne pas dépasser plus de 35 jours par an = centile 90,4)
Particules fines <2,5 µm (PM2.5)	En moyenne annuelle : 10 µg/m ³	En moyenne annuelle : 25 µg/m ³
Dioxyde d'azote (NO₂)	En moyenne annuelle : 40 µg/m ³	En moyenne horaire : 200 µg/m ³ (à ne pas dépasser plus de 18h par an = centile 99,8)
Dioxyde de soufre (SO₂)	En moyenne annuelle : 50 µg/m ³	En moyenne horaire : 350 µg/m ³ (à ne pas dépasser plus de 24 heures par an = centile 99,7) En moyenne journalière : 125 µg/m ³ (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an = centile 99,2)
Benzène	En moyenne annuelle : 2 µg/m ³	
Benzo(a)pyrène		Valeur cible : 1 ng/m ³

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

¹⁷ Valeurs réglementaires françaises du Code de l'environnement (Livre II : Milieux Physiques, Titre II : Air et Atmosphère, relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites).

6.2.2.4 Concentrations en moyenne annuelle

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

Le Tableau 41 présente les valeurs calculées en moyenne annuelle :

- au point géographique le plus exposé du domaine d'étude en dehors des limites du site;
- au niveau des points cibles présentés précédemment (cf. paragraphe 6.2.2.2).

Excepté pour le benzo(a)pyrène, les concentrations en moyenne annuelle sont inférieures aux valeurs limites française de la qualité de l'air lorsqu'elles existent. Parmi les points cibles étudiés, le point 10 (Station ATMO Sud Lyonnais/Vénissieux) est le plus exposé.

Au point géographique le plus exposé les concentrations moyennes annuelles calculées représentent au maximum :

- 3,7% de l'objectif de qualité pour les oxydes d'azotes assimilés à du NO₂ ;
- 1,5% de l'objectif de qualité pour les poussières assimilées à des PM_{2,5} ;
- 1,1% de l'objectif de qualité pour le SO₂ ;
- 0,7% de l'objectif de qualité pour les poussières assimilées à des PM₁₀.

A noter qu'il n'existe pas de valeurs réglementaires de la qualité de l'air en France pour les autres substances (groupement de HAP, COVnm et PM₁).

Les concentrations en benzo(a)pyrène dépassent la valeur cible de 1 ng/m³. Rappelons que la modélisation s'est basée sur les valeurs limites à l'émission proposée dans le cadre de l'augmentation de capacité (VLE). Les mesures réalisées en 2017 montrent que les émissions réelles pour le B(a)P représentent environ 22% de la VLE. Les concentrations réelles imputables au site sont donc beaucoup plus faibles. Comme le montre les mesures 2017 du réseau de surveillance de la qualité (cf. Tableau 14), la concentration en B(a)P au niveau de la station de référence de Vénissieux est de l'ordre de 0,3 ng/m³ donc bien inférieure à la valeur cible de 1 ng/m³.

La Figure 18 présente la carte de concentration en moyenne annuelle sur le domaine d'étude pour les oxydes d'azote. Les aplats colorés montrent les zones où les concentrations au niveau du sol sont comprises entre deux valeurs, par exemple, les zones en « bleu clair » sur la Figure 18 correspondent à des concentrations en oxydes d'azote (assimilés au NO₂) comprises entre 0.3 et 0.45 µg/m³. Les cartes pour les autres polluants sont présentées en Annexe 4.

Les cartographies reflètent la rose des vents et montrent que les concentrations les plus élevées sont situées :

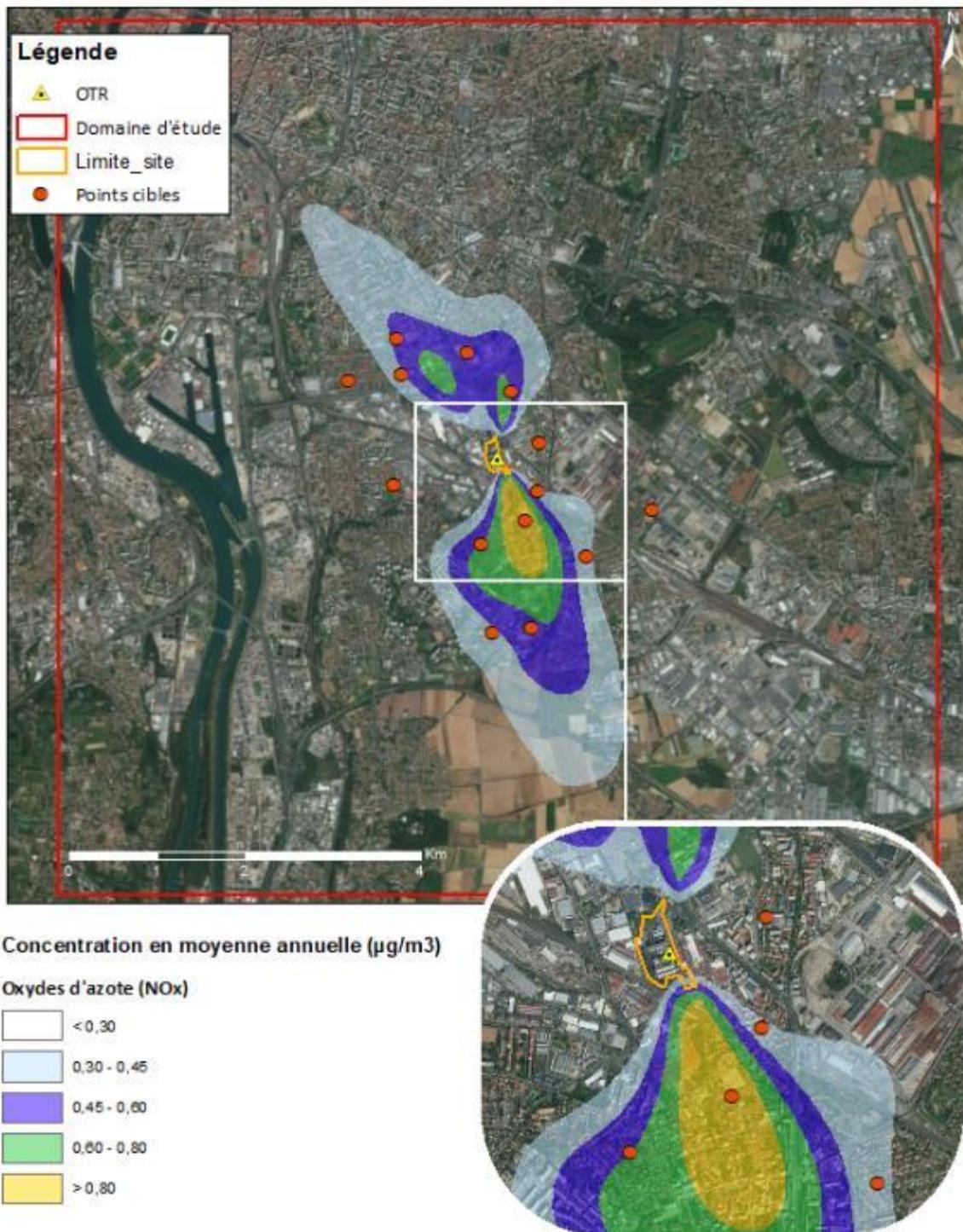
- au sud à environ 0.7 km du site, dans une zone habitée,
- secondairement au nord à environ 0.5 km du site au niveau du site Bosch Rexroth SAS .

Tableau 41 : concentrations en moyenne annuelle au niveau des points cibles ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Substances		16HAP	8HAP	BaP	COVnm	NOx	PM1	PM10	PM2.5	SO2
Zone la plus impactée hors site		0,047	0,03	1,85.10⁻³	0,22	1,1	0,14	0,18	0,14	0,6
1	Ecole primaire Jules Guesde - Vénissieux	0,007	0,004	2,7.10 ⁻⁰⁴	0,03	0,16	0,02	0,031	0,020	0,08
2	Plaine de jeux des Etats Unis - Vénissieux	0,021	0,013	8,0.10 ⁻⁰⁴	0,10	0,48	0,06	0,082	0,061	0,24
3	Crèche Les Lionceaux - St Priest	0,006	0,004	2,3.10 ⁻⁰⁴	0,03	0,14	0,02	0,023	0,017	0,07
4	Crèche Pain d'épices - Vénissieux	0,013	0,008	5,0.10 ⁻⁰⁴	0,06	0,31	0,04	0,051	0,039	0,15
5	Ecole primaire Georges Lévy - Vénissieux	0,020	0,013	8,0.10 ⁻⁰⁴	0,10	0,48	0,06	0,08	0,060	0,24
6	Lycée Marcel Sembat - Vénissieux	0,023	0,015	9,0.10 ⁻⁰⁴	0,11	0,54	0,07	0,09	0,069	0,27
7	Habitations Sud	0,026	0,016	1,0.10 ⁻⁰³	0,12	0,61	0,08	0,105	0,077	0,3
8	Habitation Sud Est	0,011	0,007	4,5.10 ⁻⁰⁴	0,05	0,27	0,03	0,046	0,034	0,13
9	Centre Nautique Intercommunal - Vénissieux	0,007	0,004	2,6.10 ⁻⁰⁴	0,03	0,16	0,02	0,026	0,020	0,08
10	Station ATMO Sud Lyonnais/Vénissieux	0,047	0,03	1,9.10⁻⁰³	0,22	1,1	0,14	0,18	0,14	0,6
11	Station ATMO Sud Lyonnais/St Fons	0,012	0,007	4,7.10 ⁻⁰⁴	0,06	0,28	0,04	0,044	0,035	0,14
12	Jardins de l'Envol	0,02	0,01	7,5.10 ⁻⁰⁴	0,09	0,45	0,06	0,07	0,06	0,22
13	Jardins collectifs SYTRAL	0,02	0,01	8,5.10 ⁻⁰⁴	0,10	0,50	0,06	0,08	0,06	0,25
14	Prairies permanentes en herbe	0,03	0,02	1,0.10 ⁻⁰³	0,12	0,59	0,07	0,09	0,07	0,30
<i>Rappel Réglementation Qualité de l'air</i>				1.10 ⁻³ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *		40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**valeur cible*

Figure 18 : carte de concentration en moyenne annuelle en oxyde d'azote



6.2.2.5 Dépôts au sol

Les résultats de dépôts au sol vont permettre de fournir les éléments nécessaires pour évaluer les risques par ingestion.

Le Tableau 42 présente les dépôts totaux pour les substances particulières :

- au point géographique le plus exposé du domaine d'étude en dehors des limites du site;
- au niveau des points cibles présentés précédemment (cf. paragraphe Annexe 5).

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

- la Suisse : 200 mg/m²/jour = 730 kg/ha/an
- l'Allemagne : 350 mg/ m²/jour = 1 270 kg/ha/an

Les valeurs obtenues pour les poussières au niveau de la zone la plus exposée en dehors des limites du site sont inférieures à ces valeurs limites admissibles. Il en est de même au niveau de la zone habitée la plus exposée (point 10 – station ATMO Sud Lyonnais/Vénissieux).

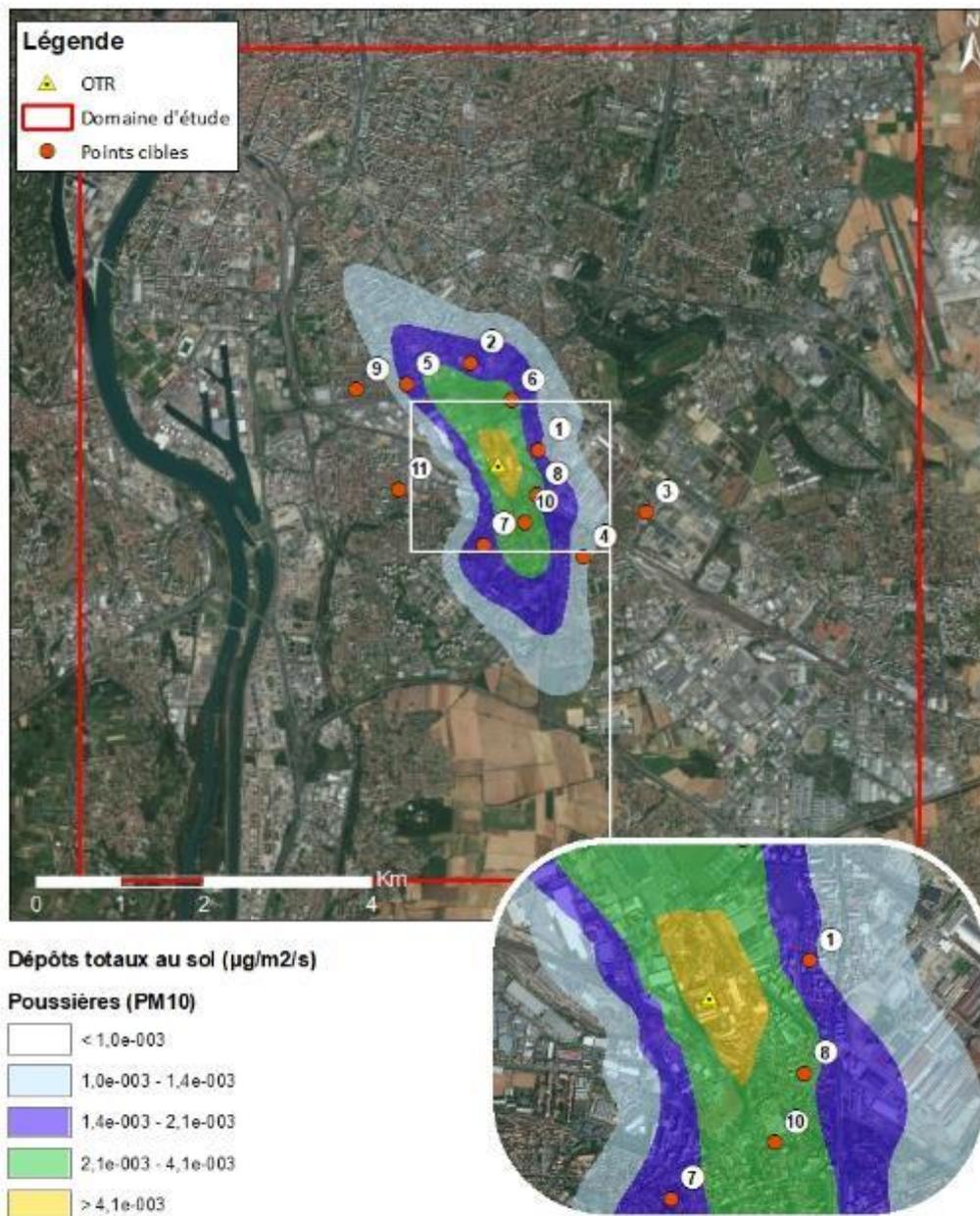
Mentionnons également la valeur seuil proposée pour différencier une zone dite faiblement polluée d'une zone fortement polluée par la norme française NF X 43007 concernant les mesures de "retombées" par la méthode des plaquettes de "dépôts". Une zone dite faiblement polluée est une zone sur laquelle il se dépose moins de 1 000 mg/m²/jour soit 3 650 kg/ha/an. Cette valeur est très élevée comparée aux valeurs obtenues par les simulations.

Tableau 42 : dépôts totaux au sol moyens annuels (µg/m²/s)

Substances		16HAP	8HAP	BaP	PM1	PM10	PM2.5
Zone la plus impactée hors site		2,2.10⁻³	0,7.10⁻³	1,8.10⁻⁴	2,6.10⁻²	0,3	0,05
1	Ecole primaire Jules Guesde - Vénissieux	1,3.10 ⁻⁵	4,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻³	3,3.10 ⁻⁴
2	Plaine de jeux des Etats Unis - Vénissieux	1,8.10 ⁻⁵	0,5.10 ⁻⁵	1,4.10 ⁻⁶	2,1.10 ⁻⁴	1,8.10 ⁻³	5,3.10 ⁻⁴
3	Crèche Les Lionceaux - St Priest	6,3.10 ⁻⁶	2,0.10 ⁻⁶	4,9.10 ⁻⁷	7,1.10 ⁻⁵	5,3.10 ⁻⁴	1,7.10 ⁻⁴
4	Crèche Pain d'épices - Vénissieux	1,1.10 ⁻⁵	3,5.10 ⁻⁶	8,7.10 ⁻⁷	1,3.10 ⁻⁴	1,1.10 ⁻³	3,3.10 ⁻⁴
5	Ecole primaire Georges Lévy - Vénissieux	1,9.10 ⁻⁵	0,6.10 ⁻⁵	1,5.10 ⁻⁶	2,1.10 ⁻⁴	1,8.10 ⁻³	5,4.10 ⁻⁴
6	Lycée Marcel Sembat - Vénissieux	2,1.10 ⁻⁵	0,6.10 ⁻⁵	1,7.10 ⁻⁶	2,5.10 ⁻⁴	2,1.10 ⁻³	6,2.10 ⁻⁴
7	Habitations Sud	2,0.10 ⁻⁵	0,6.10 ⁻⁵	1,6.10 ⁻⁶	2,3.10 ⁻⁴	1,9.10 ⁻³	6,0.10 ⁻⁴
8	Habitation Sud Est	2,1.10 ⁻⁵	0,6.10 ⁻⁵	1,7.10 ⁻⁶	2,5.10 ⁻⁴	2,2.10 ⁻³	5,5.10 ⁻⁴
9	Centre Nautique Intercommunal - Vénissieux	7,2.10 ⁻⁶	2,2.10 ⁻⁶	5,6.10 ⁻⁷	8,0.10 ⁻⁵	5,7.10 ⁻⁴	1,9.10 ⁻⁴
10	Station ATMO Sud Lyonnais/Vénissieux	3,2.10⁻⁵	1,0.10⁻⁵	2,5.10⁻⁶	3,7.10⁻⁴	3,0.10⁻³	9,7.10⁻⁴
11	Station ATMO Sud Lyonnais/St Fons	6,5.10 ⁻⁶	2,0.10 ⁻⁶	5,1.10 ⁻⁷	7,5.10 ⁻⁵	5,8.10 ⁻⁴	1,8.10 ⁻⁴
12	Jardins de l'Envol	1,3.10 ⁻⁵	4,1.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻⁴	1,1.10 ⁻³	4,0.10 ⁻⁴
13	Jardins collectifs SYTRAL	1,7.10 ⁻⁵	0,5.10 ⁻⁵	1,3.10 ⁻⁶	2,0.10 ⁻⁴	1,6.10 ⁻³	5,1.10 ⁻⁴
14	Prairies permanentes en herbe	1,7.10 ⁻⁵	0,5.10 ⁻⁵	1,4.10 ⁻⁶	2,0.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻³	5,3.10 ⁻⁴

La Figure 19 présente la carte des dépôts sur le domaine d'étude pour les poussières (PM10). Les dépôts maximaux se retrouvent principalement à proximité du site.

Figure 19 : carte de dépôts en poussières (PM10)



6.3 EVALUATION DE L'EXPOSITION HUMAINE

L'étude de dispersion (cf. paragraphe 6.1.4) a permis d'estimer les concentrations dans l'air et les dépôts au sol imputables au site dans la configuration VLE (Valeurs Limites à l'émission). Ces résultats serviront dans le cadre de cette étude pour estimer les expositions des populations vivant autour du site.

6.3.1 Voies d'exposition

Le schéma conceptuel d'exposition (cf. paragraphe 4) nous a conduits à retenir les voies d'exposition suivantes :

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

6.3.2 Exposition par inhalation

6.3.2.1 Comparaison des concentrations aux valeurs guides OMS

Le NO₂, le SO₂ et les poussières (assimilées aux PM₁₀) ne disposent pas de valeur de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS (2005) pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les concentrations modélisées seront simplement comparées aux valeurs guides conformément à la note d'information de la DGS d'octobre 2014.

Le Tableau 43 indique les concentrations estimées par la modélisation au point le plus impacté en dehors des limites du site et au point cible le plus impacté ainsi que les valeurs guides de l'OMS (cf. paragraphe 6.1.3.3, Tableau 35).

Tableau 43 : concentration en moyenne annuelle et valeurs guides OMS

Substances	Unité	Concentration moyenne annuelle dans la zone la plus exposée en dehors des limites du site	Valeur guide OMS (moyenne annuelle)
Dioxyde d'azote	µg/m ³	1.1	40
Poussières PM ₁₀	µg/m ³	0.2	20
Poussières PM _{2.5}	µg/m ³	0.1	10
Dioxyde de soufre	µg/m ³	0.6	50

Les concentrations attribuables aux émissions du site sont très inférieures aux valeurs guides de l'OMS en moyenne annuelle dans la zone la plus exposée en dehors des limites du site et au niveau du point cible le plus exposé.

6.3.2.2 Scénario d'exposition

Un scénario général sera considéré ici pour l'exposition par inhalation des populations. Afin de garder un caractère majorant, un **scénario maximaliste** est retenu en première approche, à savoir :

- l'étude porte sur des expositions chroniques, c'est-à-dire des expositions récurrentes ou continues pendant plusieurs années. Par conséquent, la durée de résidence choisie est de **30 ans**, ce qui correspond au 90^{ème} percentile des durées de résidence en France (Nedellec¹⁸ 1998), sans changer d'adresse. Cette durée de résidence est préconisée par l'INERIS et par l'Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact. Il peut exister des variations locales à ce chiffre. Par ailleurs, ce chiffre ne rend pas compte des personnes qui déménagent dans la même commune et qui restent donc exposées.
- en l'absence de données sur le temps passé par les populations sur le domaine d'étude et en dehors du domaine d'étude, et en l'absence aussi de données sur les concentrations d'exposition des personnes pendant le temps passé en dehors du domaine d'étude, il est posé l'hypothèse majorante que les populations séjournent **24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an** sur le domaine d'étude.

Ces hypothèses ne tiennent pas compte des diverses causes d'absence du domicile, notamment pour des raisons personnelles (vacances, loisirs, etc.) ou professionnelles.

Les doses d'exposition par voie respiratoire sont calculées à partir des concentrations estimées dans le cadre de l'étude de dispersion (cf. paragraphe 6.1.4) pour le scénario **résidentiel majorant** : au niveau de la zone la plus exposée qui correspond également à une zone habitée.

Tableau 44 : récapitulatif des scénarios inhalation retenus

<i>Scénario retenu</i>	<i>Description du scénario</i>
Résident majorant	100% du temps passé au niveau de la zone habitée la plus exposée (zone max) où les concentrations sont les plus importantes en dehors du site (exposition 24h/24, 7J/7, 365 jours/an pendant 30 ans)

6.3.2.3 Méthode de calcul des doses d'exposition par voie respiratoire

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

$$CI = Ci \times \frac{T \times F}{T_m}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne inhalée ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Ci : concentration de polluant dans l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- F : fréquence d'exposition. Dans cette étude : F = 1 (24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an)
- T : durée d'exposition (années)
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années).

¹⁸ Nedellec V., D. Courgeau et P. Empereur-Bissonnet, La durée de résidence des français et l'évaluation des risques liés aux sols pollués, *Energie Santé*, 9, 503-515, 1998.

Conformément à la méthodologie donnée par le référentiel de l'INERIS¹⁹, pour les polluants avec effets à seuil, l'exposition moyenne est calculée sur la durée effective d'exposition soit $T_m=T$.

Pour les polluants avec effets sans seuil (cancérogènes génotoxiques), T_m est assimilée à la durée de la vie entière (prise conventionnellement égale à 70 ans). **Le ratio T/T_m n'apparaît donc que dans les calculs pour les toxiques à effet sans seuil.** Dans cette étude, T est assimilée à une durée d'exposition de 30 ans (cf. paragraphe 6.3.2.1).

La formule de calcul de la concentration inhalée CI se simplifie donc de la façon suivante :

- pour les polluants avec **effets à seuil** : $CI = Ci$
- pour les polluants avec **effets sans seuil** : $CI = Ci \times 30/70$

avec Ci , la concentration dans l'air ambiant calculée par modélisation ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Notons que le calcul de la concentration moyenne inhalée CI ne fait pas intervenir de paramètres physiologiques, les résultats ainsi obtenus s'appliquent aussi bien à l'exposition par inhalation d'un adulte qu'à celle d'un enfant.

6.3.2.4 Doses d'exposition par voie respiratoire

L'estimation de l'exposition par inhalation liée aux émissions de l'installation est basée sur les concentrations en moyenne annuelle estimées par l'étude de dispersion au niveau de la zone la plus exposée en dehors des limites de site (cf. Tableau 41 paragraphe 6.2.2.4). Les concentrations pour chacun des HAP ont été estimées en appliquant les pourcentages mesurés en 2017 pour la somme des 16 HAPs (cf. paragraphe 6.1.1.3). La concentration en HAPs équivalents B(a)P a été estimée pour les substances sans seuil en appliquant les FET (cf. Tableau 34).

Tableau 45 : doses d'exposition par inhalation

Substances	Unité	Scénario Habitant Majorant	
		Concentration (moyenne annuelle)	Doses d'exposition par inhalation
Substances à seuil ($CI = Ci$)			
benzène ²⁰	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.024	0.024
acénaphène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.9E-04	0.0002
benzo(a)pyrène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,8E-03	0.0018
fluoranthène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7.3E-03	0.007
naphtalène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.4E-03	0.001
phénanthrène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6.1E-03	0.006
pyrène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	5.2E-03	0.005
Substances sans seuil ($CI = Ci \times 30/70$)			
benzène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.024	0.01
Benzo(a)anthracène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.6E-03	2.0E-03
chrysène	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1.4E-03	6.1E-04

¹⁹ Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées, INERIS Août 2013

²⁰ Il a été fait comme hypothèse que le benzène représentait 10% des émissions en COVNM donc 10% des concentrations en COVNM (cf. paragraphe 6.1.1.1) et il a été pris en compte la conversion équivalent carbone en benzène (facteur 1,08 sur les concentrations exprimées en Carbone total)

Substances	Unité	Scénario Habitant Majorant	
		Concentration (moyenne annuelle)	Doses d'exposition par inhalation
benzo(b)fluoranthène	µg/m ³	6.1E-03	2.6E-03
benzo(k)fluoranthène	µg/m ³	5.2E-03	2.2E-03
benzo(a)pyrène	µg/m ³	1,8E-03	0,8E-03
dibenzo(a,h)anthracène	µg/m ³	4.6E-04	2.0E-04
indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/m ³	1.3E-03	5.4E-04
naphtalène	µg/m ³	1.4E-03	6.1E-04
HAP éq. B(a)P	µg/m ³	4.7E-03	2E-03

6.3.3 Exposition par ingestion

Il existe pour certains éléments dont les éléments traces une possibilité d'exposition par ingestion liée aux retombées atmosphériques.

Il convient de distinguer deux voies d'exposition potentielles par ingestion :

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

6.3.3.1 Scénario d'exposition

Dans cette étude, l'exposition des populations est prise égale à **30 ans** (cf. paragraphe 6.3.2.2). Les individus sont supposés présents 365 jours par an sur le lieu d'étude.

Trois valeurs de dépôts sont retenues pour effectuer les calculs de remontée dans la chaîne alimentaire :

- Dcult, dépôt au niveau des zones de culture agricole, pris en compte pour les transferts suivants :
 - sol→végétaux→homme,
 - sol→céréales→volaille→(œuf→) homme,
- Dpât, dépôt au niveau des premières zones de pâturage, pris en compte pour les transferts : sol→herbe→bovin→homme.
- Dpop, dépôt au niveau des premières zones d'habitation les plus exposées, pris en compte pour tous les autres transferts : sol→homme.

Dans cette étude, nous considérerons que :

- Dpop= Dépôt max sur la zone habitée la plus exposée (station Atmo AURA Vénissieux, point 10),
- Dcult = Dépôts au niveau des jardins collectifs les plus exposés (point 13),
- Dpât= Dépôts au niveau des prairies en herbe (point 14).

Cibles retenues

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

- classe 1 : de 0 à 1 an,
- classe 2 : de 1 à 3 ans,
- classe 3 : de 3 à 6 ans,
- classe 4 : de 6 à 11 ans,
- classe 5 : de 11 à 15 ans,
- classe 6 : de 15 à 18 ans,
- classe 7 : les plus de 18 ans

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

Les risques non cancérigènes sont estimés au moment de la contamination maximale des milieux, c'est-à-dire au terme des 30 années de fonctionnement de l'installation.

Voies d'exposition par ingestion retenues dans l'étude

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

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

Ainsi, l'exposition par ingestion et en particulier par ingestion indirecte a été estimée en effectuant un calcul à partir d'équations simples qui permet une estimation sommaire de l'apport lié à l'ingestion de légumes, fruits, œufs, viande et produits laitiers d'origine locale (EPA, HHRAP)²¹.

6.3.3.2 Détermination des concentrations dans les milieux d'exposition

Ce paragraphe présente les modes de calculs des concentrations en composés dans les milieux auxquels les personnes sont exposées, à partir des données de la modélisation selon la méthode de l'EPA (HHRAP)²².

Dans cette approche de l'EPA, les dépôts modélisés sont supposés s'accumuler sur le sol au cours du temps sans aucun phénomène d'atténuation (lixiviation, érosion, dégradation,...) et la concentration

²¹ EPA. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion facilities. July 1998. EPA530-D-98-001A.

²² EPA. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion facilities. July 1998. EPA530-D-98-001A.

de polluants dans le sol est obtenue par calcul de la dilution dans le sol de la quantité de composés déposés dans la couche de sol considérée. Il s'agit donc d'une **approche majorante simplifiée**.

6.3.3.2.1 Détermination des concentrations dans les sols

Il s'agit de déterminer la concentration dans les sols à partir des dépôts calculés par modélisation de la manière suivante :

$$C_{\text{sol}} = \frac{D \times T}{\rho \times h}$$

Avec :

- C_{sol} : concentration dans le sol (mg/kg)
- D : quantité de dépôt sur le sol (mg/m²/an)
- T : durée d'exposition (année)
- ρ : densité du sol (kg/m³)
- h : hauteur du sol (m)

Les concentrations dans les sols sont calculées en prenant les hypothèses et paramétrages suivants :

- densité de sol sec : $\rho=1\ 300\ \text{kg/m}^3$
- durée d'exposition : T= 30 ans

Les concentrations dans le sol ont été calculées :

- dans la couche superficielle de **1 cm d'épaisseur**, dans les zones d'habitation et de pâturages, pour l'ingestion directe de poussières (homme et animaux),
- dans la couche superficielle de **20 cm d'épaisseur**, dans les zones d'habitations ou de culture, où sont cultivés les végétaux,
- dans la couche superficielle de **10 cm d'épaisseur** au niveau des zones de pâturage et dans laquelle se trouvent les racines de l'herbe (valeur proposée dans la mise à jour de décembre 2004 du rapport GT-GIC²³). Les concentrations dans les sols ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 46.

²³ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004

Tableau 46 : concentrations dans les sols

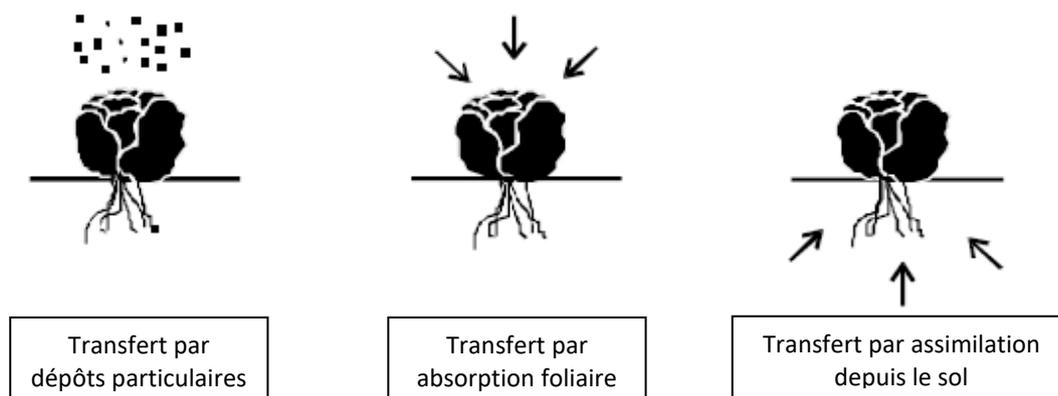
Substance	ZONE DE POPULATION		ZONE DE CULTURE		ZONE DE PATURAGE		
	Dpop (mg/m ² /an)	concentration dans la zone d'habitation la plus exposée dans 30 ans	Dcult (mg/m ² /an)	concentration dans la zone de culture la plus exposée dans 30 ans	Dpât (mg/m ² /an)	concentration dans la zone de pâturage la plus exposée dans 30 ans	
		dans le 1er cm (mg/kg sol)		dans les 20 premiers cm (mg/kg sol)		dans le 1er cm (mg/kg sol)	dans les 10 premiers cm (mg/kg sol)
Benzo(a)pyrène	4.0E-02	9.1E-02	2.1E-02	2.4E-03	2.2E-02	5.0E-02	5.0E-03
Acénaphène	4.1E-03	9.5E-03	2.2E-03	2.5E-04	2.2E-03	5.2E-03	5.2E-04
Fluoranthène	1.6E-01	3.6E-01	8.3E-02	9.6E-03	8.6E-02	2.0E-01	2.0E-02
Phénanthrène	1.3E-01	3.0E-01	7.0E-02	8.0E-03	7.2E-02	1.7E-01	1.7E-02
Pyrène	1.1E-01	2.6E-01	5.9E-02	6.9E-03	6.1E-02	1.4E-01	1.4E-02
Naphtalène	3.0E-02	7.0E-02	1.6E-02	1.9E-03	1.7E-02	3.8E-02	3.8E-03
Benzo(a)anthracène	6.2E-02	1.4E-01	6.2E-02	7.1E-03	6.2E-02	1.4E-01	1.4E-02
Benzo(b)fluoranthène	1.2E-01	2.7E-01	1.2E-01	1.4E-02	1.2E-01	2.7E-01	2.7E-02
Benzo(k)fluoranthène	3.0E-02	6.9E-02	3.0E-02	3.4E-03	3.0E-02	6.9E-02	6.9E-03
Chrysène	6.8E-02	1.6E-01	6.8E-02	7.9E-03	6.8E-02	1.6E-01	1.6E-02
Dibenzo(a,h)anthracène	6.2E-03	1.4E-02	6.2E-03	7.1E-04	6.2E-03	1.4E-02	1.4E-03
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1.7E-02	3.9E-02	1.7E-02	2.0E-03	1.7E-02	3.9E-02	3.9E-03

6.3.3.2 Détermination des concentrations dans les végétaux

La contamination des végétaux a trois origines (cf. Figure 20) :

- les dépôts de polluants sur les parties aériennes provenant des retombées atmosphériques et de ré-envol de poussières,
- l'absorption foliaire de certains polluants gazeux par les feuilles de la plante,
- l'assimilation des polluants par la plante depuis le sol, par les racines, puis la diffusion dans tout le végétal.

Figure 20 : contamination des végétaux (EPA, 1998)



Transfert lié aux dépôts particulaires sur les plantes

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante liée au dépôt particulaire est calculée par la formule suivante :

$$C_{dp} = D \times R_p \times \frac{1 - e^{(-k_p \times T_p)}}{Y_p \times k_p} \times t_{ms}$$

Avec :

C_{dp} : concentration dans les plantes due au phénomène de déposition (mg/kg frais)

D : quantité de dépôt sur le sol (mg/m²/an)

R_p : fraction interceptée par les cultures (-)

k_p : coefficient de perte sur la surface de la plante (année⁻¹) - effet « weathering »

T_p : durée de culture (année)

Y_p : rendement de production (kg sec/m²)

t_{ms} : teneur en matière sèche de la plante (-)

Les facteurs relatifs aux végétaux utilisés sont issus des rapports de l'INERIS^{24/25} et sont présentées dans le Tableau 47.

²⁴ INERIS. Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

²⁵ « Mise à jour de l'étude de l'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion », INERIS, Décembre 2004

Tableau 47 : facteurs relatifs aux végétaux

Type de plante	t _{ms}	Yp (kg sec /m ²)	Rp	Kp (an ⁻¹)	Tp (an)
Légumes-racines	0,2	-	-	-	-
Légumes-feuilles	0,086	0,246	0,215	18	0,164
Légumes-fruits	0,063	10,52	0,996	18	0,164
Fruit	0,15	0,252	0,053	18	0,164
Herbe	0,2	0,24	0,5	18	0,12
Grains	0,882	-	-	-	-

Les concentrations dans la plante liées au dépôt particulaire sont calculées à partir des concentrations en polluant dans le sol au niveau des premières zones de culture. Les concentrations en polluant dans la plante ainsi calculées, liées au dépôt particulaire, sont présentées dans le Tableau 48.

Tableau 48 : concentrations dans les plantes dues au dépôt de particules (transfert dépôt/plante)

Substance	Plantes à feuilles Conc (mg/kg frais)	Plantes à fruits Conc (mg/kg frais)	Fruits Conc (mg/kg frais)	Herbe Conc (mg/kg frais)
Benzo(a)pyrène	8.3E-05	6.6E-06	3.5E-05	4.4E-04
Acénaphthène	8.6E-06	6.9E-07	3.6E-06	4.6E-05
Fluoranthène	3.3E-04	2.6E-05	1.4E-04	1.8E-03
Phénanthrène	2.8E-04	2.2E-05	1.2E-04	1.5E-03
Pyrène	2.4E-04	1.9E-05	9.9E-05	1.3E-03
Naphtalène	6.4E-05	5.0E-06	2.7E-05	3.4E-04
Benzo(a)anthracène	2.4E-04	1.9E-05	1.0E-04	1.3E-03
Benzo(b)fluoranthène	4.7E-04	3.7E-05	2.0E-04	2.4E-03
Benzo(k)fluoranthène	1.2E-04	9.4E-06	5.0E-05	6.1E-04
Chrysène	2.7E-04	2.1E-05	1.1E-04	1.4E-03
Dibenzo(a,h)anthracène	2.4E-05	1.9E-06	1.0E-05	1.3E-04
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	6.7E-05	5.3E-06	2.8E-05	3.5E-04

Transfert lié à l'absorption foliaire

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante liée à l'absorption foliaire est calculée par la formule suivante :

$$C_{gp} = C_a \times B_v \times F_v \times VG$$

Avec :

C_{gp} : concentration dans les plantes due à l'absorption foliaire (mg/kg frais)

C_a : concentration de polluant dans l'air (µg/m³)

B_v : coefficient de bio-transfert air-plante (m³/kg frais)

F_v : Fraction de polluant sous forme gazeuse (-)

VG : facteur correctif empirique (pour tenir compte du transfert réduit des polluants vers l'intérieur de la plante à vocation alimentaire et de la réduction de la contamination due aux techniques de préparation).

VG = 0,01 pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau (Kow) supérieur à 10 000 et VG = 1 pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau inférieur à 10 000.

Les facteurs de bioconcentration air/plante (B_v) utilisés sont présentés dans le Tableau 51 et sont issus de préférence de la base de données HHRAP (EPA, 2005). Les données HHRAP ont été privilégiées pour la transparence des sources d'informations et sa mise à jour récente.

Tableau 49 : facteurs de bioconcentration air/plante (B_v exprimés par rapport à la plante fraîche)

	Bv air/feuille	Bv air/leg-fruit	Bv air/fruit	Bv air/herbe	Source
unité	m ³ /kg frais				
Benzo(a)pyrène	24948	7859	18711	24948	HHRAP 2005
Acénaphthène	1	0	1	1	HHRAP 2005
Fluoranthène	148	46	111	148	HHRAP 2005
Phénanthrène	30	10	23	30	HHRAP 2005
Pyrène	168	53	126	168	HHRAP 2005
Naphtalène	0	0	0	0	HHRAP 2005
Benzo(a)anthracène	3867.6	1218.3	2900.7	3867.6	HHRAP 2005
benzo(b)fluoranthène	335	106	251	335	HHRAP 2005
benzo(k)fluoranthène	42253	13310	31690	42253	HHRAP 2005
Chrysène	138	44	104	138	HHRAP 2005
dibenzo(a,h)anthracène	6235112	1964060	4676334	6235112	HHRAP 2005
indéno(1,2,3-cd)pyrène	74699	23530	56024	74699	HHRAP 2005

Les concentrations dans l'air sont celles calculées par le modèle de dispersion et présentées dans la partie 6.3.2.4.

Les concentrations en polluant dans les végétaux ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 52.

Tableau 50 : concentrations dans les végétaux (transfert air/plante)

Substances	Concentration dans les végétaux (mg/kg plante)			Concentration dans l'herbe fraîche (mg/kg)
	Légumes feuilles	Légumes fruits	Fruits	
Benzo(a)pyrène	8.2E-05	2.6E-05	6.1E-05	8.2E-05
Acénaphthène	8.6E-08	2.7E-08	6.4E-08	8.6E-08
Fluoranthène	4.8E-06	1.5E-06	3.6E-06	4.8E-06
Phénanthrène	8.3E-07	2.6E-07	6.2E-07	8.3E-07
Pyrène	3.9E-06	1.2E-06	2.9E-06	3.9E-06
Naphtalène	4.8E-08	1.5E-08	3.6E-08	4.8E-08
Benzo(a)anthracène	3.8E-05	1.2E-05	2.9E-05	3.8E-05
benzo(b)fluoranthène	1.3E-05	4.0E-06	9.5E-06	1.3E-05
benzo(k)fluoranthène	1.1E-04	3.6E-05	8.6E-05	1.1E-04
Chrysène	2.3E-06	7.4E-07	1.8E-06	2.3E-06
dibenzo(a,h)anthracène	7.1E-04	2.2E-04	5.3E-04	7.1E-04
indéno(1,2,3-cd)pyrène	2.1E-06	6.6E-07	1.6E-06	2.1E-06

Transfert lié à l'assimilation des polluants par la plante

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la plante est calculée par la formule suivante :

$$C_{rp} = B_r \times C_s$$

Avec :

C_{rp} : concentration dans la plante due au transfert sol/plante (mg/kg frais)

C_s : concentration dans le sol (mg/kg sol sec), dans les 20 premiers cm pour les racines, les feuilles, les fruits, les grains, et dans les 10 premiers cm pour l'herbe.

B_r : facteur de bio concentration sol/plante spécifique, dans les racines, les feuilles, les fruits, les grains du végétal, l'herbe (mg/kg frais ou sec de plante / mg/kg de sol sec).

Les facteurs de bioconcentration sol/plante (B_r) utilisés sont présentés dans le Tableau 51 et sont issus de préférence de la base de données HHRAP (EPA, 2005) et, à défaut de l'étude réalisée par le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (1999)²⁶. Les données HHRAP ont été privilégiées pour la transparence des sources d'informations et sa mise à jour récente.

Tableau 51 : facteurs de bioconcentration sol/plante (B_r exprimés par rapport à la plante fraîche)

	Br sol/racine	Br sol/feuille	Br sol/leg-fruit	Br sol/fruit	Br sol/grain	Br sol/herbe	
unité	kg sol sec/kg frais de plante						Source biblio
Benzo(a)pyrène	1.21E-02	1.14E-03	8.32E-04	1.98E-03	1.16E-02	2.64E-03	HHRAP 2005
Acénaphène	4.26E-02	1.86E-02	1.36E-02	3.24E-02	1.91E-01	4.32E-02	HHRAP 2005
Fluoranthène	3.00E-02	4.29E-03	3.14E-03	7.49E-03	4.40E-02	9.98E-03	HHRAP 2005
Phénanthrène	3.66E-02	8.34E-03	6.11E-03	1.46E-02	8.56E-02	1.94E-02	HHRAP 2005
Pyrène	2.90E-02	4.90E-03	3.59E-03	8.55E-03	5.03E-02	1.14E-02	HHRAP 2005
Naphtalène	5.38E-02	4.12E-02	3.02E-02	7.19E-02	4.22E-01	9.58E-02	HHRAP 2005
Benzo(a)anthracène	1.90E-02	1.69E-03	1.24E-03	2.96E-03	1.74E-02	3.94E-03	HHRAP 2005
Benzo(b)fluoranthène	2.30E-01	9.63E-04	7.06E-04	1.68E-03	9.88E-03	2.24E-03	HHRAP 2005
Benzo(k)fluoranthène	1.22E-02	9.89E-04	7.25E-04	1.73E-03	1.01E-02	2.30E-03	HHRAP 2005
Chrysène	1.90E-02	1.69E-03	1.24E-03	2.96E-03	1.74E-02	3.94E-03	HHRAP 2005
Dibenzo(a,h)anthracène	8.10E-03	5.83E-04	4.27E-04	1.02E-03	5.98E-03	1.36E-03	HHRAP 2005
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1.06E-02	5.10E-04	3.74E-04	8.90E-04	5.23E-03	1.19E-03	HHRAP 2005

Les concentrations dans les végétaux sont calculées à partir des concentrations en polluant dans le sol au niveau des premières zones de culture. Les concentrations en polluant dans les végétaux ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 52.

Tableau 52 : concentrations dans les végétaux (transfert sol/plante)

Substances	Concentration dans les végétaux (mg/kg plante)					Concentration dans l'herbe fraîche (mg/kg)
	Légumes racines	Légumes feuilles	Légumes fruits	Fruits	Grains	
Benzo(a)pyrène	2.9E-05	2.7E-06	2.0E-06	4.8E-06	2.8E-05	1.3E-05
Acénaphène	1.1E-05	4.7E-06	3.4E-06	8.2E-06	4.8E-05	2.2E-05
Fluoranthène	2.9E-04	4.1E-05	3.0E-05	7.2E-05	4.2E-04	2.0E-04
Phénanthrène	2.9E-04	6.7E-05	4.9E-05	1.2E-04	6.9E-04	3.2E-04
Pyrène	2.0E-04	3.4E-05	2.5E-05	5.9E-05	3.4E-04	1.6E-04
Naphtalène	1.0E-04	7.6E-05	5.6E-05	1.3E-04	7.8E-04	1.8E-04
Benzo(a)anthracène	1.4E-04	1.2E-05	8.8E-06	2.1E-05	1.2E-04	2.8E-05

²⁶ GNRC, Rapport détaillé du GT3 (source : IPSN/DPHD/SAER) – 1999 et son annexe VIII-2

GNRC, Karine Beaugelin-Seiller, Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs – Paramètres [1] de transfert, Rapport IPSN DPRE/SERLAB/01-39

Substances	Concentration dans les végétaux (mg/kg plante)					Concentration dans l'herbe fraîche (mg/kg)
	Légumes racines	Légumes feuilles	Légumes fruits	Fruits	Grains	
Benzo(b)fluoranthène	3.1E-03	1.3E-05	9.6E-06	2.3E-05	1.3E-04	3.0E-05
Benzo(k)fluoranthène	4.2E-05	3.4E-06	2.5E-06	5.9E-06	3.5E-05	7.9E-06
Chrysène	1.5E-04	1.3E-05	9.8E-06	2.3E-05	1.4E-04	3.1E-05
Dibenzo(a,h)anthracène	5.8E-06	4.2E-07	3.0E-07	7.3E-07	4.3E-06	9.7E-07
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2.1E-05	1.0E-06	7.3E-07	1.7E-06	1.0E-05	2.3E-06

Contamination totale des plantes

La contamination totale des plantes correspond à la somme des concentrations dans les plantes calculées par le transfert sol/plante, par le transfert air/plante et liées au dépôt de particules :

$$C_p = C_{dp} + C_{gp} + C_{rp}$$

Avec :

- C_p : concentration totale dans les plantes (mg/kg frais)
- C_{dp} : concentration dans les plantes due au phénomène de déposition (mg/kg frais)
- C_{gp} : concentration dans les plantes due à l'absorption foliaire (mg/kg frais)
- C_{rp} : concentration dans la plante due au transfert sol/plante (mg/kg frais)

Les concentrations totales dans les plantes ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 53.

Tableau 53 : contamination totale des plantes (via le sol, l'air et les dépôts de particules)

Substance	Contamination totale végétaux frais (mg/kg)					
	Légume racine	Légume feuille	Légume fruit	Fruit	Herbe	Grains
Benzo(a)pyrène	2.9E-05	1.7E-04	3.4E-05	1.0E-04	5.4E-04	2.8E-05
Acénaphthène	1.1E-05	1.3E-05	4.1E-06	1.2E-05	6.8E-05	4.8E-05
Fluoranthène	2.9E-04	3.8E-04	5.8E-05	2.1E-04	2.0E-03	4.2E-04
Phénanthrène	2.9E-04	3.4E-04	7.1E-05	2.3E-04	1.8E-03	6.9E-04
Pyrène	2.0E-04	2.7E-04	4.5E-05	1.6E-04	1.4E-03	3.4E-04
Naphtalène	1.0E-04	1.4E-04	6.1E-05	1.6E-04	5.2E-04	7.8E-04
Benzo(a)anthracène	1.4E-04	2.9E-04	4.0E-05	1.5E-04	1.3E-03	1.2E-04
Benzo(b)fluoranthène	3.1E-03	4.9E-04	5.0E-05	2.3E-04	2.4E-03	1.3E-04
Benzo(k)fluoranthène	4.2E-05	3.9E-04	6.0E-05	2.1E-04	1.5E-03	3.5E-05
Chrysène	1.5E-04	4.0E-05	1.2E-05	3.5E-05	1.6E-04	1.4E-04
Dibenzo(a,h)anthracène	5.8E-06	7.7E-04	2.3E-04	5.6E-04	1.1E-03	4.3E-06
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2.1E-05	3.1E-06	1.4E-06	3.3E-06	4.4E-06	1.0E-05

6.3.3.2.3 Détermination des concentrations dans les produits d'origine animale

On suppose de manière majorante que toute la nourriture ingérée par l'animal provient de la zone d'exposition.

Les facteurs de bioconcentration dans les produits animaux (Ba) utilisés sont présentés dans le Tableau 54 et sont issus de préférence de la base de données HHRAP (EPA, 2005) et, à défaut de l'étude réalisée

par le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (1999)²⁷. Les données HHRAP ont été privilégiées pour la transparence des sources d'informations et sa mise à jour récente.

Tableau 54 : coefficient de bio-transfert dans les produits animaux (Ba exprimés par rapport à la masse fraîche de produit)

Substance	Ba _{boeuf}	Ba _{porc}	Ba _{lait}	Ba _{volaille}	Ba _{oeuf}	Ba _{lait mat.}	Source
unité	j/kg frais	j/kg frais	j/l frais	j/kg frais	j/kg frais	j/kg frais	
Benzo(a)pyrène	3.76E-02	4.55E-02	4.55E-02	7.91E-03	2.77E-02	1.58E-02	HHRAP 2005
Acénaphène	2.43E-02	2.94E-02	2.94E-02	5.12E-03	1.79E-02	1.02E-02	HHRAP 2005
Fluoranthène	3.92E-02	4.75E-02	4.75E-02	8.26E-03	2.89E-02	1.65E-02	HHRAP 2005
Phénanthrène	3.38E-02	4.09E-02	4.09E-02	7.12E-03	2.49E-02	1.42E-02	HHRAP 2005
Pyrène	3.84E-02	4.65E-02	4.65E-02	8.09E-03	2.83E-02	1.62E-02	HHRAP 2005
Naphtalène	1.48E-02	1.80E-02	1.80E-02	3.13E-03	1.09E-02	6.25E-03	HHRAP 2005
Benzo(a)anthracène	3.99E-02	4.83E-02	4.83E-02	8.41E-03	2.94E-02	1.68E-02	HHRAP 2005
Benzo(b)fluoranthène	3.62E-02	4.38E-02	4.38E-02	7.62E-03	2.67E-02	1.52E-02	HHRAP 2005
Benzo(k)fluoranthène	3.65E-02	4.42E-02	4.42E-02	7.68E-03	2.69E-02	1.54E-02	HHRAP 2005
Chrysène	3.99E-02	4.83E-02	4.83E-02	8.41E-03	2.94E-02	1.68E-02	HHRAP 2005
Dibenzo(a,h)anthracène	3.10E-02	3.75E-02	3.75E-02	6.52E-03	2.28E-02	1.30E-02	HHRAP 2005
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	2.94E-02	3.56E-02	3.56E-02	6.19E-03	2.17E-02	1.24E-02	HHRAP 2005

Transfert vers la viande de bœuf

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la viande de bœuf est calculée par l'équation suivante :

$$C_{boeuf} = (Q_{herbe} \cdot C_{herbe} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{boeuf}$$

Avec :

C_{boeuf} : concentration dans la viande (mg/kg de viande fraîche)

Q_{herbe} : quantité totale d'herbe ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)

C_{herbe} : concentration en polluant dans l'herbe ingérée par l'animal (mg/kg)

Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)

C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm

B_s : facteur de biodisponibilité (Bs = 1)

Ba_{boeuf} : facteur de biotransfert pour la viande de bœuf (j/kg frais)

Les paramètres relatifs au bœuf sont les suivants (INERIS²⁸) :

$$Q_{herbe} = 60 \text{ kg frais/j}$$

$$Q_s = 0,5 \text{ kg sec/j}$$

Transfert vers le lait

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans le lait est calculée par l'équation suivante :

$$C_{lait} = (Q_{herbe} \cdot C_{herbe} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{lait}$$

²⁷ GNRC, Rapport détaillé du GT3 (source : IPSN/DPHD/SAER) – 1999 et son annexe VIII-2

GNRC, Karine Beaugelin-Seiller, Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs – Paramètres [1] de transfert, Rapport IPSN DPRE/SERLAB/01-39

²⁸ INERIS. Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, INERIS (mai 2003).

Avec :

- C_{lait} : concentration dans le lait (mg/kg de lait)
- Q_{herbe} : quantité totale d'herbe ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)
- C_{herbe} : concentration en polluant dans l'herbe ingérée par l'animal (mg/kg)
- Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)
- C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm
- B_s : facteur de biodisponibilité ($B_s = 1$)
- Ba_{lait} : facteur de biotransfert pour le lait (j/kg frais)

Les paramètres relatifs à la vache laitière sont les suivants (INERIS²⁸) :

- $Q_{\text{herbe}} = 80$ kg frais/j
- $Q_s = 0,64$ kg sec/j

Transfert vers la viande de volaille et de porc

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans la viande de volaille est calculée par l'équation suivante :

$$C_{\text{volaille}} = (Q_{\text{grain}} \cdot C_{\text{grain}} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{\text{volaille}}$$

Avec :

- C_{volaille} : concentration dans la viande de volaille (mg/kg de viande fraîche)
- Q_{grain} : quantité totale de grain ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)
- C_{grain} : concentration en polluant dans les grains ingérée par l'animal (mg/kg)
- Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)
- C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm
- B_s : facteur de biodisponibilité ($B_s = 1$)
- Ba_{volaille} : facteur de biotransfert pour la viande de volaille (j/kg frais)

Les paramètres relatifs aux volailles sont les suivants (INERIS²⁸) :

- $Q_{\text{grain}} = 0,2$ kg frais/j
- $Q_s = 0,02$ kg sec/j

Transfert vers les œufs

Selon les équations de l'US-EPA (HHRAP), la concentration dans les œufs est calculée par l'équation suivante :

$$C_{\text{oeuf}} = (Q_{\text{grain}} \cdot C_{\text{grain}} + Q_s \cdot C_s \cdot B_s) \times Ba_{\text{oeuf}}$$

Avec :

- C_{oeuf} : concentration dans les œufs (mg/kg frais)
- Q_{grain} : quantité totale de grain ingérée quotidiennement par l'animal (kg frais/j)
- C_{grain} : concentration en polluant dans les grains ingérée par l'animal (mg/kg)
- Q_s : quantité de sol ingérée quotidiennement par l'animal (kg sol sec/j)

C_s : concentration en polluant dans le sol (mg/kg sol sec) dans le premier cm
 B_s : facteur de biodisponibilité ($B_s = 1$)
 $B_{a\text{œuf}}$: facteur de biotransfert pour les œufs (j/kg frais)

Les paramètres relatifs aux volailles sont les suivants (INERIS²⁸) :

$Q_{\text{grain}} = 0,2$ kg frais/j

$Q_s = 0,02$ kg sec/j

Contamination des produits d'origine animale

Les concentrations en polluant dans les produits d'origine animale ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 55.

Tableau 55 : contamination des produits d'origine animale liée à l'installation – scénario habitant majorant

Substance	Contamination des produits d'origine animale (mg/kg)				
	Viande de bœuf	Viande de porc	Lait	Viande de volaille	Œufs
unité	mg/kg frais	mg/kg frais	mg/kg frais	mg/kg frais	mg/kg frais
Benzo(a)pyrène	2.1E-03	4.6E-05	5.9E-04	2.8E-05	1.6E-05
Acénaphthène	1.6E-04	3.3E-06	4.5E-05	2.0E-06	1.2E-06
Fluoranthène	8.5E-03	1.9E-04	2.3E-03	1.2E-04	6.7E-05
Phénanthrène	6.4E-03	1.4E-04	1.8E-03	8.6E-05	4.9E-05
Pyrène	6.0E-03	1.3E-04	1.6E-03	8.2E-05	4.7E-05
Naphtalène	7.4E-04	1.7E-05	2.1E-04	1.0E-05	5.8E-06
Benzo(a)anthracène	6.0E-03	1.4E-04	1.7E-03	8.5E-05	4.8E-05
Benzo(b)fluoranthène	1.0E-02	2.4E-04	2.8E-03	1.5E-04	8.3E-05
Benzo(k)fluoranthène	4.6E-03	6.1E-05	1.3E-03	3.7E-05	2.1E-05
Chrysène	3.5E-03	1.5E-04	9.5E-04	9.3E-05	5.3E-05
Dibenzo(a,h)anthracène	2.2E-03	1.1E-05	6.1E-04	6.5E-06	3.7E-06
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	5.8E-04	2.8E-05	1.6E-04	1.7E-05	9.7E-06

6.3.3.3 Calcul des doses d'exposition par voie digestive

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

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

Avec :

- DJE : Dose Journalière d'Exposition totale (mg/kg poids corporel/jour)
- C_i : concentration en polluant dans l'aliment i (mg/kg)
 i correspondant au sol (terre ingérée), aux légumes-feuilles, aux légumes-fruits, aux légumes-racines, aux fruits, à la viande de volaille, aux œufs, aux autres viandes et aux produits laitiers.
- Q_i : quantité de l'aliment i ingérée (kg/jour)
- f_i : fraction d'aliment i provenant de la zone d'exposition (-)
- F : fréquence d'exposition (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours), fixée à 1 dans une hypothèse majorante.
- P : masse corporelle de la cible (kg)

Les concentrations C_i dans l'aliment i sont calculées suivant les méthodologies présentées au paragraphe 6.3.3.2 .

Les Doses Journalières d'Exposition sont calculées en prenant comme hypothèses les valeurs de poids corporel, de consommations journalières et de taux d'autoconsommation préconisées par l'INERIS²⁹ et utilisées dans le logiciel MODUL'ERS pour chaque catégorie d'âge (cf. Tableau 56).

Tableau 56 : paramètres relatifs aux différentes catégories d'âge (données INERIS)

	Classe 1 : de 0 à 1 an	Classe 2 : de 1 à 3 ans	Classe 3 : de 3 à 6 ans	Classe 4 : de 6 à 11 ans	Classe 5 : de 11 à 15 ans	Classe 6 : de 15 à 18 ans	Classe 7 : les plus de 18 ans
Poids (kg)	7.6	12.4	17.8	28.7	47.2	60	70.4
Consommation de terre							
Quantité de terre ingérée (mg/j)	30	50	50	50	20	20	20
Consommation de légumes et fruits							
Quantité de fruit ingérée (g/j)	16	53	90	90	83	82	160
Quantité de tubercules ingérée (g/j)	18	52	46	46	58	60	58
Quantité de légume racine ingérée (g/j)	15	26	7	7	9	9	12
Quantité de légume feuille ingérée (g/j)	7	22	8	10	12	12	24
Quantité de légume fruit ingérée (g/j)	11	40	66	64	70	72	110
Quantité de fruit ingérée (g/j)	16	53	90	90	83	82	160
Consommation de produits d'origine animale							
Quantité de bœuf ingérée (g/j)	8.9	31.0	32.0	32.0	39.0	39.0	47.0
Quantité de porc ingérée (g/j)	0.3	22.0	25.0	25.0	32.0	34.0	40.0
Quantité de viande de volaille ingérée (g/j)	2.4	1.1	1.7	1.7	2.3	2.5	3.2
Quantité de produits laitiers ingérée (g/j)	0.1	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
Quantité d'œufs ingérée (g/j)	1.8	11.0	10.0	10.0	10.0	11.0	15.0
Consommation de lait maternel							
Quantité de lait maternel (L/j)	0,7	0	0	0	-	-	

Tableau 57 : fraction d'aliments auto-produits (données INERIS)

Catégories d'aliments	Fraction d'aliments auto-produits pour la population moyenne
Sol	1
Fruits	0.20
Tubercules	0.45
Légume racine	0.45
Légume feuille	0.50
Légume fruit	0.55
Viande de bœuf	0.03
Viande de porc	0.04
Viande de volaille	0.11
Œufs	0.15
Lait et produits laitiers	0.04

Les Doses Journalières d'Exposition liées au site ainsi calculées sont présentées dans le Tableau 58 (détail en Annexe 6).

²⁹ Rapport INERIS-DRC-14-141968-11173C (juin 2017) – Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS

Tableau 58 : Dose Journalière d'Exposition totale pour chaque tranche d'âge

Classe d'âge	Unités	Benzo(a)pyrène	Acénaphthène	Fluoranthène	Phénanthrène	Pyrène	Naphtalène	Benzo(a)anthracène	benzo(b)fluoranthène	benzo(k)fluoranthène	Chrysène	dibenzo(a,h)anthracène	indéno(1,2,3-cd)pyrène	HAP éq.B(a)P
DJE Classe 1 : de 0 à 1 an	mg/kg/j	6.4E-07	7.9E-08	2.6E-06	2.3E-06	1.8E-06	6.8E-07	1.3E-06	7.9E-06	8.2E-07	1.1E-06	9.0E-07	2.2E-07	n.a
DJE Classe 2 : de 1 à 3 ans	mg/kg/j	9.1E-07	1.1E-07	3.6E-06	3.2E-06	2.5E-06	9.9E-07	1.9E-06	1.1E-05	1.4E-06	1.4E-06	1.8E-06	2.7E-07	n.a
DJE Classe 3 : de 3 à 6 ans	mg/kg/j	6.2E-07	7.4E-08	2.3E-06	2.1E-06	1.6E-06	6.9E-07	1.2E-06	6.0E-06	9.2E-07	9.2E-07	1.4E-06	1.8E-07	n.a
DJE Classe 4 : de 6 à 11 ans	mg/kg/j	3.9E-07	4.6E-08	1.4E-06	1.3E-06	1.0E-06	4.3E-07	7.7E-07	3.7E-06	5.8E-07	5.7E-07	8.7E-07	1.1E-07	n.a
DJE Classe 5 : de 11 à 15 ans	mg/kg/j	2.0E-07	2.4E-08	7.2E-07	6.7E-07	5.2E-07	2.4E-07	4.3E-07	2.5E-06	3.4E-07	2.8E-07	5.5E-07	4.8E-08	n.a
DJE Classe 6 : de 15 à 18 ans	mg/kg/j	1.6E-07	1.9E-08	5.8E-07	5.3E-07	4.1E-07	1.9E-07	3.4E-07	2.1E-06	2.7E-07	2.3E-07	4.3E-07	3.8E-08	n.a
DJE Enfant (moyenne classes 1 à 6)	mg/kg/j	4.9E-07	5.9E-08	1.9E-06	1.7E-06	1.3E-06	5.4E-07	9.8E-07	5.6E-06	7.2E-07	7.5E-07	9.9E-07	1.4E-07	n.a
DJE Adulte (classe 7 : les plus de 18 ans)	mg/kg/j	3.5E-07	4.2E-08	1.1E-06	1.1E-06	8.2E-07	4.4E-07	7.2E-07	3.8E-06	6.7E-07	4.0E-07	1.3E-06	6.1E-08	n.a
DJE pondérée sur 30 ans	mg/kg/j	1.4E-07	1.7E-08	5.1E-07	4.6E-07	3.7E-07	1.6E-07	2.8E-07	1.5E-06	2.1E-07	2.0E-07	3.2E-07	3.8E-08	7.7E-07

n.a : non applicable

6.4 CARACTERISATION DES RISQUES

Objectif

A partir des informations issues de l'évaluation des expositions des populations et de l'évaluation des propriétés toxiques des substances, l'évaluation des risques présente l'estimation de l'incidence et de la gravité des effets sur les populations.

La caractérisation des risques est la dernière étape de la démarche d'évaluation des risques sanitaires. Elle consiste à confronter les concentrations ou doses auxquelles les populations sont exposées et les valeurs toxicologiques de référence retenues. Les risques sont évalués pour un individu. Les risques collectifs ne sont pas calculés.

6.4.1 Méthodologie

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

6.4.1.1 Substances à effets à seuil

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

Le quotient de danger est donc le suivant :

Ingestion : $QD_j = DJE_j / VTR_o$

Inhalation : $QD_j = CI / VTR_i$

où : QD_j : Quotient de danger pour la classe d'âge j

DJE_j : Dose journalière d'Exposition pour la classe d'âge j (en mg/kg de poids corporel/jour)

VTR_o : Valeur Toxicologique de Référence pour la voie digestive (en mg/kg de poids corporel/jour)

CI : Concentration inhalée (en µg/m³)

VTR_i : Valeur Toxicologique de Référence par inhalation (en µg/m³)

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

Pour l'exposition par ingestion, la DJE étant fonction des quantités ingérées, variables avec l'âge, il est calculé un QD pour chacune des 6 tranches d'âge entre 0 et 18 ans et pour les adultes (plus de 18 ans). Dans les tableaux de résultats, les résultats de ces six tranches d'âge d'enfants sont présentés dans le corps du rapport sous le terme « enfants » qui est une moyenne des six tranches d'âge de 0 à 18 ans inclus.

6.4.1.2 Substances à effets sans seuil

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

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

L'Excès de Risque Individuel est donc le suivant :

Ingestion :

$$\text{ERI} = \text{VTR}_o \times \sum_j \frac{\text{DJE}_j \times T_j}{70}$$

Inhalation :

$$\text{ERI} = \text{VTR}_i \times \text{CI}$$

où : ERI : Excès de Risque Individuel

VTR=ERU : Excès de Risque Unitaire par ingestion (ERU_o en $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$) ou par inhalation (ERU_i en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$). L'ERU correspond à la probabilité supplémentaire de survenue de cancer dans une population exposée à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à la probabilité de cancer dans une population non exposée.

CI : Concentration inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

DJE_j : Dose journalière d'Exposition pour la classe d'âge j (en mg/kg de poids corporel/jour)

T_j : durée d'exposition associée à la classe d'âge j (années)

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

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

L'acceptabilité des risques évalués s'apprécie ensuite par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas, bien entendu, de seuil absolu d'acceptabilité, mais il existe plusieurs valeurs de seuils pouvant servir de référence :

- aux USA, la valeur de 10^{-6} est considérée comme le seuil de risque acceptable en population générale, alors que la valeur de 10^{-4} est considérée comme limite acceptable en milieu professionnel. La valeur de 10^{-5} est souvent admise comme seuil d'intervention.
- en France, le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire reprend dans la circulaire du 8 février 2007 ce seuil de 10^{-5} comme critère d'acceptabilité des niveaux de risque dans la gestion des sols pollués.
- ce seuil de 10^{-5} est également utilisé par l'OMS pour définir les valeurs guides de qualité de l'eau de boisson et de qualité de l'air ;
- c'est également le seuil indiqué dans le guide INERIS de 2013 et dans la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

6.4.1.3 Risque global

Pour tenir compte de l'exposition conjointe à plusieurs composés, l'InVS (2000), repris par l'INERIS (2013), recommande d'estimer le risque sanitaire global en sommant les risques de la façon suivante :

- pour les composés à effet à seuil : la somme doit être réalisée pour ceux dont la toxicité est identique en termes de mécanisme d'action et d'organe cible. Pratiquement, tous les composés ayant la même cible organique ont été regroupés car les données sur les mécanismes d'action des composés ne sont pas toujours connues ;
- pour les composés à effet sans seuil : la somme de tous les ERI doit être réalisée, quel que soit le type de cancer et l'organe touché, de façon à apprécier le risque cancérigène global.

6.4.2 **Evaluation des risques sanitaires pour les substances à seuil**

Concernant les risques par inhalation, le Tableau 59 présente les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs de risque à partir des Concentrations inhalées (CI) **pour le scénario résidentiel majorant** et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) (cf. paragraphe 6.1.3.3) retenues pour l'exposition par voie respiratoire.

Tableau 59 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par inhalation

Atteintes systémiques	Substances	QD Scénario résidentiel Majorant	
		Enfant	Adulte
benzo(a)pyrène	Inhalation	0.5	
naphtalène	Inhalation	0.04	
Benzène	Inhalation	0.002	

Pour tous les traceurs de risque à seuil pour la voie respiratoire, le QD est inférieur à la valeur repère égale à 1, le B(a)P étant le traceur présentant le QD le plus élevé (0,5).

Concernant les risques par ingestion, le Tableau 60 présente les Quotients de Danger (QD) calculés à partir des Doses Journalières d'Exposition (DJE) estimées **pour le scénario résidentiel majorant**, et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) (cf. paragraphe 6.1.3.3) retenues pour l'exposition par voie digestive. Les QD sont classés par ordre décroissant.

Pour toutes les substances à risque à seuil pour la voie digestive, les QD sont très inférieurs à la valeur repère égale à 1. Le phénanthrène présente le QD le plus élevé avec une valeur de 0,0005, inférieur à la valeur repère.

Tableau 60 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par ingestion

Atteintes systémiques	Substances	QD Scénario résidentiel Majorant	
		Enfant	Adulte
Développement	phénanthrène	8.4E-05	5.3E-05
Système sanguin	fluoranthène	6.2E-05	3.8E-05
Rein	pyrène	3.3E-05	2.0E-05
Développement	benzo(a)pyrène	8.1E-06	5.8E-06
Système digestive	acénaphène	9.8E-07	6.9E-07
Développement	naphtalène	1.4E-08	1.2E-08

Le Tableau 61 synthétise les Quotients de Danger (QD) calculés pour les traceurs du risque et par organe cible.

Tableau 61 : quotients de danger pour les traceurs du risque à seuil par organe cible

Atteintes systémiques	Substances	Voies d'exposition	QD Scénario résidentiel Majorant	
			Enfant	Adulte
Système respiratoire	naphtalène	Inhalation	0.04	
	QD Global		0.04	
Système digestif	acénaphène	Ingestion	9.8E-07	6.9E-07
	QD Global		9.8E-07	6.9E-07
Développement	benzo(a)pyrène	Inhalation	0.5	
	benzo(a)pyrène	Ingestion	8.1E-06	5.8E-06
	naphtalène	Ingestion	1.4E-08	1.2E-08
	phénanthrène	Ingestion	8.4E-05	5.3E-05
	QD Global		0.5	0.5
Système sanguin	fluoranthène	Ingestion	6.2E-05	3.8E-05
	QD Global		6.2E-05	3.8E-05
Rein	pyrène	Ingestion	3.3E-05	2.0E-05
	QD Global		3.3E-05	2.0E-05
Système immunitaire	Benzène	Inhalation	2.4E-03	
	QD Global		2.4E-03	
VALEUR REPERE			1	

Les sommes des Quotients de Danger calculées par organe cible sont toutes inférieures à la valeur repère égale à 1

Compte-tenu des hypothèses majorantes retenues pour le calcul des risques, la survenue d'effets toxiques liés aux rejets du site apparaît donc peu probable.

6.4.3 Evaluation des risques sanitaires pour les substances sans seuil

Le Tableau 62 présente les Excès de Risque Individuel calculés pour les traceurs du risque à partir des Concentrations inhalées (CI) pour l'exposition par voie respiratoire et des Doses Journalières d'Exposition (DJE) pour l'exposition par voie orale, et des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) retenues (cf. paragraphe 6.1.4). Les résultats sont présentés **pour le scénario résidentiel majorant**. Les ERI sont classés par ordre décroissant. Afin d'apprécier le risque cancérigène global, le tableau présente également l'excès de risque individuel global (obtenu en additionnant les excès de risque individuel de chaque substance).

Tableau 62 : excès de Risque Individuel pour les traceurs du risque sans seuil

Substances	Voies d'exposition	VTR	ERI Scénario résidentiel Majorant
HAP éq. B(a)P	Inhalation	6.00E-04	1.0E-06
HAP éq. B(a)P	Ingestion	1	6.6E-07
benzène	Inhalation	2.60E-05	2.8E-07
naphtalène	Inhalation	5.60E-06	1.9E-08
naphtalène	Ingestion	1.20E-01	3.6E-09
ERI Global			2.0E-06
VALEUR REPERE			1.00.10⁻⁵

Les Excès de Risque Individuel calculés pour chaque traceur du risque sont tous inférieurs à la valeur repère égale à 1.10^{-5} (valeur retenue dans la circulaire du 8 février 2007 du MEEDDAT).

De même en sommant les ERI, l'Excès de Risque Individuel Global qui permet d'apprécier le risque cancérigène global est plus faible que la valeur repère.

Les risques sans seuil liés aux rejets du site peuvent donc être considérés comme acceptables.

6.5 INCERTITUDES

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

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

6.5.1 Incertitudes relatives à la modélisation atmosphérique

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

$$\boxed{\text{Incertitudes totales}} = \boxed{\text{Incertitudes dues au modèle}} + \boxed{\text{Incertitudes due aux données}} + \boxed{\text{Variabilité}}$$

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

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

6.5.1.1 Incertainces liées au modèle : validation du modèle ARIA Impact

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

- Etude RECORD (Perkins, 2005) concernant l'application de plusieurs modèles gaussiens sur deux campagnes de mesures internationales : la campagne « Prairie Grass », représentative d'un rejet au sol en milieu rural et la campagne « Indianapolis » relative à un rejet de cheminée en milieu urbain. Les résultats de cette étude sont disponibles à l'adresse web suivante http://www.record-net.org/record/synthPDF/Synth_record03-0805_2A.pdf. Les résultats de cette étude montrent qu'en milieu rural et pour un rejet au sol, ARIA Impact a tendance à sous-estimer légèrement (17%) les mesures avec un coefficient de corrélation aux mesures tout à fait acceptable. En milieu urbain, ARIA Impact a tendance à surestimer les concentrations (1%) mesurées avec un coefficient de corrélation moins performant (0.37) mais correspondant à la meilleure corrélation obtenue parmi des modèles testés ;
- Etude ARIA Technologies pour le SPPPI Dunkerque concernant l'application du modèle ARIA Impact à l'ensemble de la zone industrielle de Dunkerque pour les rejets de SO₂. Les comparaisons aux capteurs du réseau OPAL'AIR ont montré un ratio modèle/mesures pour la concentration de 0.95 en moyenne ;

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

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

6.5.1.2 Incertitudes liées aux données d'entrée

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

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

6.5.1.2.1 Incertitudes liées aux émissions

La concentration calculée par le modèle à une échéance donnée est directement proportionnelle aux flux émis par l'installation pour chaque polluant. Les approximations faites au niveau des émissions ont donc un impact direct sur les concentrations et dépôts calculés. Rappelons qu'il a été choisi de retenir les Valeurs Limites à l'Emission et non les valeurs réellement mesurées, ce qui constitue une hypothèse majorante.

6.5.1.2.2 Incertitudes liées aux mesures météorologiques

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

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

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

6.5.1.3 Incertitudes liées aux paramètres du modèle

Dans les modèles complexes prenant en compte de façon fine les géométries et ayant des paramétrisations fines des phénomènes physiques, l'incertitude liée au choix par l'utilisateur des paramètres du modèle, c'est-à-dire des options de calcul mais également de la génération du maillage de calcul peut être grande. Des études ont montré qu'à données identiques, le même modèle mis en œuvre par deux équipes différentes pouvait conduire à des résultats présentant des écarts importants.

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

6.5.1.4 Incertitudes liées à la variabilité

Les phénomènes de turbulence de micro-échelle peuvent induire des fluctuations importantes des concentrations et des paramètres météorologiques. Le modèle ARIA Impact ne permet pas aujourd'hui de quantifier les fluctuations de concentrations autour de la concentration moyenne calculée. Ce type de calcul est possible avec des modèles plus sophistiqués.

6.5.2 Incertitudes relatives à l'évaluation des risques sanitaires

6.5.2.1 Facteurs de sous-estimation des risques

Facteurs pris en compte dans l'ERS

L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur les substances rejetées dans l'atmosphère par les installations retenues et considérées comme traceurs de risque dans cette étude.

Exposition par voie cutanée non considérée

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

Exposition *via* l'ingestion d'eau

L'exposition *via* l'ingestion d'eau du robinet ou d'eau de baignade n'a pas été prise en compte dans l'étude. En effet, les transferts des composés dans les ressources en eau n'étant pas connus, le calcul des concentrations en composés dans le milieu hydrique n'a pu être établi. De plus, l'eau consommée à partir du robinet subit un traitement en usine d'eau potable qui lui confère une composition différente de celle de la ressource utilisée.

Bruits de fond

L'évaluation des risques sanitaires ne porte que sur l'impact du site Carbone Savoie Vénissieux dans sa configuration future intégrant le projet fusion, et ne tient pas compte du bruit de fond dans le calcul des risques sanitaires.

6.5.2.2 Facteurs de surestimation des risques

La méthodologie pour estimer les risques sanitaires potentiels emploie, par nature, les principes de précaution et est par défaut conservatrice.

Estimation des émissions

Les émissions ont été quantifiées en prenant systématiquement des hypothèses majorantes. Rappelons qu'il a été choisi de retenir comme concentrations à l'émission les valeurs limites à l'émission (VLE).

Durée d'exposition

En absence de données sur le temps d'exposition des personnes, il est pris l'hypothèse qu'elles séjournent sur leur lieu d'habitation en permanence (365 j/an, 24h/24). Cette hypothèse est majorante puisque les personnes ne seront pas exposées en permanence car elles sont amenées à se déplacer pour des raisons personnelles (congés, loisirs) et professionnelles.

Pénétration des polluants dans les habitats

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

Pénétration des polluants dans les habitats

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

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

Constance des paramètres

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

Interactions des polluants

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

8. CONCLUSION

Dans le cadre d'un dossier de Demande d'augmentation de capacité de production du site de Vénissieux, CARBONE SAVOIE a chargé à ARIA Technologies de réaliser l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires.

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

1. Evaluation des émissions des installations : caractérisation des émissions et conformité au regard des prescriptions réglementaires et aux meilleures techniques disponibles ;
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, les usages et les populations exposées ;
3. Evaluation de l'état des milieux : état actuel des milieux potentiellement impactés et dégradation attribuable à l'installation ;
4. Evaluation prospective des risques sanitaires : estimation des risques attribuables aux émissions pour les populations autour de l'installation.

Evaluation des émissions des installations

Les émissions réelles du site sont, pour toutes les substances réglementées dans l'AP 2009, inférieures aux valeurs limites à l'émission.

Evaluation des enjeux et des voies d'exposition

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

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

Evaluation de l'état des milieux

L'évaluation de l'état des milieux montre que :

- Le milieu « Air » est compatible avec les usages pour toutes les substances mesurées (HAPs et SO₂) ;
- le milieu « végétaux » (salade) est jugé également compatible pour tous les HAPs ;
- le milieu « Sol » est jugé compatible avec les usages pour tous les HAPs excepté pour le benzo(a)pyrène et les HAPs équivalents B(a)P pour lesquels l'état du milieu Sol est considéré comme vulnérable. Il est à noter que les mesures dans les sols sont représentatifs de l'historique des activités passées (accumulation des polluants dans les sols) et non de l'activité présente du site. L'évaluation des risques sanitaires permettra de statuer sur l'influence du site dans sa configuration actuelle sur les concentrations dans les sols.

Evaluation prospective des risques sanitaires

L'ERS a été réalisée pour la configuration du site tenant compte des VLE 2018 à savoir :

Substances	Unités	VLE 2018
Monoxyde de carbone	Flux massique (kg/h)	12.0
Oxydes d'azote (NOx éq NO ₂)	Flux massique (kg/h)	12.0
Composés Organiques Volatils Totaux	Flux massique (kg/h)	-
Méthane	Flux massique (kg/h)	-
Composés Organiques Volatils Non méthanique	Flux massique (kg/h Ctotal)	2.4
Poussières	Flux massique (kg/h)	1.8
Somme de 8 HAPs	Flux massique (kg/h)	0.32
Somme des 16 HAPs	Flux massique (kg/h)	0.51
B(a)P	Flux massique (kg/h)	0.02

C'est un scénario très majorant par rapport aux mesures réelles à l'émission.

Le scénario suivant a été retenu :

Scénario retenu	Description du scénario
Résidentiel majorant	Exposition par inhalation 100% du temps passé au niveau de la zone habitée où les concentrations sont les plus importantes en dehors du site (exposition 24h/24, 7J/7, 365 jours/an pendant 30 ans)
	Exposition par ingestion Les produits consommés sont considérés comme : - étant cultivés (fruits et légumes) au niveau des jardins collectifs les plus exposés, - étant élevés (animaux) au niveau des prairies en herbe les plus exposées.

Le Tableau 63 résume les risques pour les effets à seuil par organe cible liés au site.

Tableau 63 : synthèse des risques à seuil (quotient de danger global par organe cible)

Organe cible	Polluants concernés	QD Global scénario résidentiel majorant	
		Enfant	Adulte
Système respiratoire	naphtalène	0.035	
Système digestif	acénaphène	0.000001	0.000001
Développement	benzo(a)pyrène, naphtalène, phénanthrène	0.5	0.5
Système sanguin	fluoranthène	0.0001	0.00004
Rein	pyrène	0.0000	0.00002
Système immunitaire	Benzène	0.002	
VALEUR REPERE		1	

Les Quotients de Danger calculés pour chaque organe cible dans la zone la plus exposée sont inférieurs à la valeur repère égale à 1. **Compte-tenu des hypothèses majorantes retenues pour le calcul des risques, la survenue d'effets toxiques liés aux rejets du site apparaît donc peu probable.**

Le Tableau 64 résume les risques pour les effets sans seuil, par organe cible liés à l'installation.

Tableau 64 : synthèse des risques sans seuil (Excès de Risque Individuel global)

Organe cible	Polluants concernés	ERI scénario maximaliste (dans la zone la plus exposée en dehors des limites de site)
Excès de Risque Individuel global	HAP éq. B(a)P naphtalène Benzène	2.0E-06
Valeur repère		1.00E-05

l'Excès de Risque Individuel Global qui permet d'apprécier le risque cancérigène global est plus faible que la valeur repère. **Les risques sans seuil liés aux rejets du site peuvent donc être considérés comme acceptables.**

Les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de soufre (SO₂) et les poussières (PM₁₀ et PM_{2,5}) ne disposent pas de valeur toxicologique de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS (2005) pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. **Les concentrations attribuables aux émissions du site sont inférieures aux valeurs guides de l'OMS en moyenne annuelle en tout point du domaine d'étude.**

Conclusion

Les informations et données utilisées dans l'étude peuvent être considérées comme représentatives pour se prononcer sur le risque sanitaire induit par le fonctionnement du site de Vénissieux dans la configuration retenue. De plus, l'analyse des incertitudes a montré que les hypothèses prises en considération peuvent être considérées comme conservatives (majorantes).

Compte-tenu des hypothèses majorantes retenues pour le calcul des risques (valeurs limites à l'émission), les risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques gazeuses et particulaires du site de Vénissieux sont jugés non préoccupants en l'état actuel des connaissances.

ANNEXES

Annexe 1 : liste des populations sensibles et des équipements sportifs dans le domaine d'étude

Commune	Type d'établissement	Dénomination
Bron	Installations sportives	Essa
		Douves du Fort
		Sports Dans la Ville
		Stade Jean Jaurès
		Stade Léo Lagrange
		Boulodrome André Frachet
		Stade Duboeuf
		Hippodrome de Parilly
		Parc de Parilly
	Etablissements sanitaire	Etablissements d'Hébergement pour Personnes âgées
		Centres Hospitaliers Spécialisés Lutte Maladies Mentales
		Centres Hospitaliers Régionaux
		Etab. et Services d'Hébergement pour Adultes Handicapés
	Ecoles-Collèges-Lycées	Lycée professionnel Tony Garnier
		Lycée professionnel Emile Béjuit - Automobile
		Lycée général et technologique Jean-Paul Sartre
		Section d'enseignement général et professionnel adapté du Collège Pablo Picasso
		Collège Joliot-Curie
		Collège Pablo Picasso
		Collège Théodore Monod
		Ecole primaire Jean Moulin
		Ecole primaire Jean Jaurès
		Ecole primaire Louise Michel
		Ecole maternelle et primaire La Garenne
		Ecole primaire publique Jean Mace
		Ecole maternelle et primaire Ferdinand Buisson
		Ecole maternelle Les Genêts
		Ecole maternelle et primaire Jules Ferry
		Ecole maternelle et primaire Pierre Cot
		Ecole maternelle et primaire Alsace Lorraine
		Ecole maternelle et primaire Anatole France
		Ecole maternelle et primaire Saint-Exupéry
		Crèches et halte-garderie
	Crèche Equal	
	Crèche L'Emerveille	
	Crèche La Maison des Essarts	
	Crèche Les copains d'abord - Centre social Gérard Philippe	
	Crèche Les diablerets	
	Crèche Les petits écureuils	
	Crèche Louise Michel	
	Crèche Petite étoile	
Crèche Pomme d'api Centre social du Petit Taillis		

Commune	Type d'établissement	Dénomination	
		Crèche Pomme de reinette	
		Jardin d'enfants Arc en ciel	
		Microcrèche Les Petits Lions 2	
		Microcrèche Les Petits Lions Saint Exupéry	
		Microcrèche Pom'cannelle	
Corbas	Ecoles - Collèges - Lycées	Ecole primaire Jean Jaures	
		Ecole primaire Marie Curie	
	Crèches et halte-garderie	Crèche L'île aux enfants	
		Crèche Les Petits Gônes	
Décines-Charpieu	Etablissements sanitaire	Etablissement de Transfusion Sanguine	
	Ecoles-Collèges-Lycées	Ecole primaire Beauregard	
Feyzin	Installations sportives	Boulodrome Claude Balestra	
		Courts de Tennis Extérieur	
		Stade Pascal Dupuis	
	Etablissements sanitaire	Centre de dialyse	
		Maison d'Accueil Spécialisée (M.A.S.)	
		Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes	
		Foyer d'Accueil Médicalisé pour Adultes Handicapés (F.A.M.)	
	Ecoles - Collèges - Lycées	Collège Frédéric Mistral	
		Ecole maternelle et primaire La Tour	
		Ecole maternelle et primaire Le Plateau	
		Ecole primaire Les Géraniums	
		Ecole primaire publique georges brassens	
		Ecole primaire publique les grandes terres	
		Ecole primaire privée	
	Crèches et halte-garderie	Crèche Multi Accueil Feyzin	
		Jardin d'enfants Groupe scolaire La Tour	
	Irigny	Installations sportives	Stade d'Yvours
			Stade du Broteau
			Plateau Multisports
Etablissements sanitaire		Institut Médico-Educatif (I.M.E.)	
		Structure d'Alternative à la dialyse en centre	
		Etablissement de Soins Chirurgicaux	
		Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes	
Ecoles - Collèges - Lycées		Collège Daisy Georges Martin	
		Ecole primaire privée Antoine Truchet	
		Ecole maternelle et primaire Village	
		Ecole maternelle et primaire Hilaire Dunand	
Crèches et halte-garderie		Crèche Les lutins d'Yvours	
		Crèche Pain d'épices et chocolat	
Lyon		Installations sportives	7ème Régiment du Matériel
	Asbm Nouveau Monde		

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Terrain de Proximité de l'Abbé Larue
		Stade Marc Vivien Foe
		Stade Juninho
		Stade Saez
		Stade Bavozet
		Stade des Channees
		Stade du Clos Layat
		Stade Antoine Dumont
		Terrain Marc Block
		Terrain Gouy
		Terrain Veyet
		Terrain Cluzant
		Terrain Carnot
		Terrain Alix
		Terrain Pressense
		Terrain de Proximité Morat
		Terrain de Proximité Freres Lumiere
		Terrain Marcel Pagnol 1
		Terrain Marcel Pagnol 2
		Terrain Michaud Football
		Piscine d'Ete Mermoz
		Piscine de Gerland1
		Confluence
		Piscine du Rhône
		Stade Tola Vologe
		Skate Parc de Gerland
		Stade de Gerland
		Plaine de Jeux de Gerland
		Jeux de Boules des Travailleurs
		Jeux de Boules Algm
		Boules du Grand Trou
		Avenir Laique Bachut Etats-Unis/Albeu
		Bouliste Club Saint Louis
		Fraternelle de Perrache
		Boule Ravat Perrachoise Brp
		Boule Ravat Perrachoise Brp
		Tennis de Lyon 3ème
		Piscine d'Ete Mermoz
		Stade Sonny Anderson
		Stade Roger Ebrard
		Stade Clos Layat
		Stade Vuillermet
	Etablissements sanitaire	Autre Résidence Sociale (hors Maison Relais, Pension de Famille)

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Centre Hospitalier Régional (C.H.R.)
		Centre Hospitalier Spécialisé lutte Maladies Mentales
		Dispensaire Antituberculeux
		EHPA ne percevant pas des crédits d'assurance maladie
		Entreprise adaptée
		Etablissement de santé privé autorisé en SSR
		Etablissement de Soins Longue Durée
		Etablissement de Soins Pluridisciplinaire
		Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
		Etablissement Expérimental pour Adultes Handicapés
		Etablissement pour Déficient Moteur
		Etablissement pour Enfants ou Adolescents Polyhandicapés
		Foyer d'Accueil Médicalisé pour Adultes Handicapés (F.A.M.)
		Foyer d'Accueil Polyvalent pour Adultes Handicapés
		Foyer de Jeunes Travailleurs (résidence sociale ou non)
		Foyer de Vie pour Adultes Handicapés
		Foyer Hébergement Adultes Handicapés
		Foyer Travailleurs Migrants non transformé en Résidence Soc.
		Hôpital des armées
		Institut Médico-Educatif (I.M.E.)
		Institut Thérapeutique Educatif et Pédagogique (I.T.E.P.)
		Logement Foyer non Spécialisé
		Maison d'Accueil Spécialisée (M.A.S.)
		Maisons Relais - Pensions de Famille
		Résidences autonomie
		Structure d'Alternative à la dialyse en centre
	Ecoles - Collèges - Lycées	Lycée général et professionnel privé Saint Marc
		Lycée général et technologique Auguste et Louis Lumière
		Lycée général et technologique Colbert
		Lycée général et technologique Juliette Récamier
		Lycée général et technologique La Martinière Monplaisir
		Lycée général et technologique privé Belmont-Capdepon
		Lycée général privé La Xavière
		Lycée polyvalent Hector Guimard
		Lycée professionnel du 1er Film
		Lycée professionnel et technologique privé Carrel
		Lycée professionnel et technologique privé Don Bosco
		Lycée professionnel et technologique privé La Mache
		Lycée professionnel Jean Lurçat

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Lycée professionnel Louise Labé
		Lycée professionnel privé Institut Technique des Carrières Carole
		Lycée professionnel privé Saint Joseph
		Lycée professionnel privé Société Enseignement Professionnel du Rhône
		Collège et lycée général privé Chevreul
		Collège Gabriel Rosset
		Collège Georges Clémenceau
		Collège Henri Longchambon
		Collège Jean Monnet
		Collège Molière
		Collège privé Saint Louis de la Guillotière
		Collège Professeur Dargent
		Collège Victor Grignard
		Ecole élémentaire et maternelle Philibert Delorme
		Ecole elementaire privee enfants precoces
		Ecole elementaire publique et maternelle louis pasteur
		Ecole primaire François Auguste Ravier
		Ecole primaire Alain Fournier
		Ecole primaire Chavant-Félix Faure
		Ecole primaire Claudius Berthelier
		Ecole primaire et collège Jean Mermoz
		Ecole primaire et maternelle Alix
		Ecole primaire et maternelle Anatole France
		Ecole primaire et maternelle Aristide Briand
		Ecole primaire et maternelle Cavenne
		Ecole primaire et maternelle Charles Péguy
		Ecole primaire et maternelle Combe Blanche
		Ecole primaire et maternelle Conde
		Ecole primaire et maternelle Condorcet
		Ecole primaire et maternelle Jean Giono
		Ecole primaire et maternelle Jean Macé
		Ecole primaire et maternelle Jules Verne
		Ecole primaire et maternelle Lumière
		Ecole primaire et maternelle Marcel Pagnol
		Ecole primaire et maternelle Nové Josserand
		Ecole primaire et maternelle Paul-Emile Victor
		Ecole primaire et maternelle privée bilingue Junior School
		Ecole primaire John Kennedy
		Ecole primaire Léon Jouhaux
		Ecole primaire Louis Pergaud
		Ecole primaire Marie Bordas
		Ecole primaire Meynis

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Ecole primaire privée Arménienne Markarian Papazian
		Ecole primaire privée Chevreul Sainte Croix
		Ecole primaire privée internationale Le Petit Monde
		Ecole primaire privée La Fourmi
		Ecole primaire privée Notre-Dame de l'Assomption
		Ecole primaire privée Notre-Dame des Anges
		Ecole primaire privée Saint André
		Ecole primaire privée Saint Maurice
		Ecole primaire privée Saint Michel
		Ecole primaire publique aime cesaire
		ecole primaire publique berthelot
		Ecole primaire publique jean pierre veyet
		Ecole primaire publique lucie aubrac
		Ecole primaire publique michelet
		Ecole primaire publique montbrillant
		Ecole primaire publique simone signoret
		Ecole primaire Rebatel-Harmonie
		Ecole primaire spéciale et maternelle Edouard Herriot
		Ecole primaire, collège et lycée général Cité scolaire internationale
		Ecole primaire, collège et lycée général, professionnel et technologique privé Chevreul Lestonnac
		Ecole primaire, collège et lycée privé Charles de Foucauld
		Ecole primaire, collège, et lycée général privé Pierre Termier
		Ecole professionnelle privée Ifosupd
		Ecole secondaire privée Junior School International
		Ecole secondaire, lycée professionnel et technologique privé ORT
		Ecole technologique privée de Condé
		Ecole maternelle Crestin
		Ecole maternelle du Rhône
		Ecole maternelle Gilibert
		Ecole maternelle Jean Mermoz A
		Ecole maternelle Jean Mermoz B
		Ecole maternelle Jean-Marie Chavant
		Ecole maternelle Maryse Bastié
		Ecole maternelle Mathilde SIRAUD
		Ecole maternelle privée Notre-Dame
		Ecole maternelle Rebatel
		Ecole maternelle Viala
		Ecole maternelle, primaire et collège Gilbert Dru
		MATERNELLE OLYMPE DE GOUGES
	Crèches et halte-garderie	Crèche André Roux
		Crèche Attitude Lyon 8

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Crèche Babilou - Pikabouh
		Crèche Baby nursery
		Crèche Berthelot
		Crèche Bréchan
		Crèche Centre échange Lyon-Perrache
		Crèche Chevreul
		Crèche Chocolatine
		Crèche Cocon de blandine
		Crèche Colonel Girard
		Crèche Couffin couffine
		Crèche De Laprade
		Crèche de l'hôpital Edouard Herriot A
		Crèche de l'hôpital Edouard Herriot B
		Crèche de l'hôpital Edouard Herriot C
		Crèche Debourg
		Crèche Delore
		Crèche Diapason
		Crèche Docteur Long
		Crèche Edouard Weill
		Crèche Eveil-matins
		Crèche Gerduline Comité Social de Gerland
		Crèche Grain d'orge
		Crèche Graines de malice Centre Social Etats Unis
		Crèche Gribouille
		Crèche Henri Barbusse
		Crèche Jean Renoir
		Crèche La maison bleue Girofle
		Crèche La maison des tout petits
		Crèche La p'tite hirondelle
		Crèche Les bébés bilingues
		Crèche Les canaillous
		Crèche Les carpillons
		Crèche Les coccinelles
		Crèche Les copains d'abord
		Crèche Les enfants du jardin d'Ainay
		Crèche Les gones de Gerland
		Crèche Les jeunes pousses
		Crèche Les léonceaux
		Crèche Les loustics Centre Social Mermoz
		Crèche Les Petits Chaperons Rouges Bon Lait ZAC du Bon Lait
		Crèche Les Petits Chaperons Rouges Chambovet 1
		Crèche Les Petits Chaperons Rouges Chambovet 2
		Crèche Les petits pas

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Crèche Les p'tits bouts
		Crèche Les p'tits de la Guill
		Crèche Les p'tits gones du 8ème
		Crèche Les p'tits malins
		Crèche Les Roseaux
		Crèche Les septimousses
		Crèche L'île des enfants Centre Social Gerland
		Crèche Lumière
		Crèche Lyon Serpentine
		Crèche Maison de l'enfance Monplaisir
		Crèche Mini-home Laënnec Centre Social Laënnec
		Crèche Montbrillant
		Crèche Montchat botté
		Crèche Montchat-Bada
		Crèche Montchatons Acacias
		Crèche Myrtille
		Crèche Nadaud
		Crèche Nicolas et Pimprenelle
		Crèche Pain d'épices
		Crèche Paul Diday
		Crèche Pierre et le loup
		Crèche Pom cannelle
		Crèche Quivogne
		Crèche Ranvier
		Crèche Rochaix 1
		Crèche Rochaix 2
		Crèche Saint Maurice
		Crèche Saint-Lazare
		Crèche Saint-Lazare annexe
		Crèche Saint-Mathieu
		Crèche Service d'accueil familial Rochaix 3
		Crèche Simone de Beauvoir
		Crèche Une souris verte
		Crèche Viviani
		Microcrèche Au nid de la cigogne
		Microcrèche Baby Lives
		Microcrèche Bisou Papillon
		Microcrèche Bulle d'éveil
		Microcrèche Chaudoudoux
		Microcrèche Coccicrèche3
		Microcrèche Coccicrèches
		Microcrèche Cocon d'éveil
		Microcrèche Crèche Attitude Guillotière (NR)
		Microcrèche Crèche des Girafons

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Microcrèche de Margot Lyon 7 - 1
		Microcrèche de Margot Lyon 7 -2
		Microcrèche Des couleurs au passage
		Microcrèche Des couleurs sur l'avenue
		Microcrèche La Belle Cour
		Microcrèche La Crèche Enchantée
		Microcrèche Le Roi Lyon
		Microcrèche Les carillons
		Microcrèche Les coquelicots
		Microcrèche Les Lyonceaux
		Microcrèche Les malicieux du lac
		Microcrèche Les Marsupiaux
		Microcrèche Les Marsupiaux Félix Faure
		Microcrèche Les papouilles de Montchat
		Microcrèche Les Petites Merveilles
		Microcrèche Les petits top
		Microcrèche Les P'tits Lyons
		Microcrèche Les p'tits pas
		Microcrèche Margarita
		Microcrèche Mes'anges
		Microcrèche Mini'Moov
		Microcrèche Partenaire crèche Danton
		Microcrèche Partenaire crèche Garibaldi
Microcrèche Petit Couffin		
Microcrèche Souris 7		
Microcrèche Zazzen Communauté Enfantine		
Mions	Installations sportives	Paintball Nature
	Ecoles – Collèges - Lycées	Ecole primaire et maternelle Joliot-Curie
Oullins	Installations sportives	Stade de la Claveliere
		Plateau EPS Collège de la Clavelière
	Ecoles – Collèges - Lycées	Ecole primaire La Saulaie
	Crèches et halte - garderie	Crèche Tchou tchou
Pierre Bénite	Installations sportives	Complexe Sportif Viollet Biasani
		Stade du Brotillon
		Stade Lapalus
		Skate park
	Etablissements sanitaires	Logements en Structure Collective
		Etablissements d'Hébergement pour Personnes âgées
	Ecoles – Collèges - Lycées	Collège Marcel Pagnol
		Collège La Clavelière
		Ecole primaire Paul Eluard
		Ecole primaire Paul Langevin
		Ecole maternelle Henri Wallon
Ecole maternelle Pablo Picasso		

Commune	Type d'établissement	Dénomination	
	Crèches et halte - garderie	Crèche La ruche	
		Crèche Les tulipes	
		Microcrèche Les loustics Centre Benoit Frachon	
Saint Fons	Installations sportives	Maison de l'Eau	
		Clos de Petanque	
		Stade de la Cressoniere	
		Complexe Carnot	
		Terrain Multisports Casanova	
		Cosec Léo Lagrange	
		Boulodrome du Petit Bois	
		Terrain Multisports Alliade	
		City Stade des Clochettes	
		Terrain des 2 Fermes	
		Etablissements sanitaires	Logements en Structure Collective
			Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
	Résidences autonomie		
	Ecoles – Collèges - Lycées	Lycée professionnel privé Interfora	
		Collège Alain	
		Ecole primaire Jean Guéhenno Ecole Ouverte	
		Ecole primaire privée Notre-Dame des Fontaines	
		Ecole primaire et maternelle Parmentier	
		Ecole primaire Jules Vallès	
		Ecole primaire Maison des 3 Espaces	
		Ecole primaire publique Simone de Beauvoir	
	Crèches et halte - garderie	Crèche Centre petite enfance Arsenal	
		Crèche Centre social Louise-Michel	
		Crèche L'arsenal	
		Crèche Les grenouilles bleues	
		Crèche Les petits chaperons rouges	
	Saint Genis Laval	Etablissements sanitaires	Etablissements Sociaux d'Hébergement et d'Accueil
	Saint Priest	Installations sportives	Asptt Grand Lyon
			Terrain de Base Ball
			Stade SnCF
			Stade Jacques Joly
			Stade Jean Bouin
			Soccer Five
Bassin Minerve			
Etablissements sanitaires		Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes	
		Etablissement de santé privé autorisé en SSR	
		Institut Médico-Educatif (I.M.E.)	
		Logements en Structure Collective	
		Etablissement de Soins Pluridisciplinaire	
Ecoles – Collèges - Lycées		Lycée général et technologique Condorcet	

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Collège Gérard Philippe
		Collège Colette
		Ecole primaire et maternelle Les Garennes Simone Signoret
		Ecole primaire Jean Jaurès
		Ecole primaire privée Jeanne d'Arc
		Ecole primaire et maternelle Edouard Herriot
		Ecole primaire et maternelle Revaision
		Ecole primaire Joseph Brenier
		Ecole primaire publique berliet
		Crèche familiale du village
	Crèches et halte - garderie	Crèche Jaune Citron
		Crèche La Mascotte
		Crèche Les funambules
		Crèche Les lionceaux
		Crèche Les petits chaperons rouges
		Crèche Maison petite enfance Les garennes
		Microcrèche Babilou Woodclub
		Microcrèche Les Mimidoux
	Vénissieux	Installations sportives
Complexe Sportif Delaune		
Complexe Sportif J.Guimier		
Parc de Parilly		
Plaine de Jeux des Etats Unis		
Stade A.Delaune		
Stade Albalate		
Etablissements sanitaires		Stade Laurent Gerin
		Logements en Structure Collective
		Centre Hospitalier Spécialisé lutte Maladies Mentales
		Etab.et Services de Travail Protégé pour Adultes Handicapés
		Etablissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes
		Foyer d'Accueil Polyvalent pour Adultes Handicapés
		Foyer de Jeunes Travailleurs (résidence sociale ou non)
		Foyer de Vie pour Adultes Handicapés
		Foyer Hébergement Adultes Handicapés
		Foyer Travailleurs Migrants non transformé en Résidence Soc.
		Institut Médico-Educatif (I.M.E.)
		Maisons Relais - Pensions de Famille
Résidences autonomie		
Ecoles – Collèges - Lycées		Lycée général et technologique Jacques Brel
		Lycée général et technologique Marcel Sembat
		Lycée professionnel Hélène Boucher
		Lycée professionnel Jacques Brel

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Lycée professionnel Marc Seguin
		Collège Elsa Triolet
		Collège Honoré de Balzac
		Collège Jules Michelet
		Collège Louis Aragon
		Collège Paul Eluard
		Collège privé La Xavière
		Ecole élémentaire Charles Perrault
		Ecole primaire Anatole France A
		Ecole primaire Anatole France B
		Ecole primaire Centre
		Ecole primaire Ernest Renan
		Ecole primaire Gabriel Péri
		Ecole primaire Georges Lévy
		Ecole primaire Henri Wallon
		Ecole primaire Jean Moulin
		Ecole primaire Joliot-Curie
		Ecole primaire Jules Guesde
		Ecole primaire Le Charréard
		Ecole primaire Léo Lagrange
		Ecole primaire Louis Pergaud A
		Ecole primaire Louis Pergaud B
		Ecole primaire Max Barel
		Ecole primaire Moulin à Vent
		Ecole primaire Pasteur
		Ecole primaire privée Jeanne d'Arc
		Ecole primaire privée La Xaviere
		ecole primaire publique parilly
		ecole primaire publique paul langevin
		Ecole primaire Saint-Exupéry
		Ecole maternelle Centre
		Ecole maternelle Clos Verger
		Ecole maternelle Ernest Renan
		Ecole maternelle Georges Lévy
		Ecole maternelle Henri Wallon
		Ecole maternelle Jean Moulin
		Ecole maternelle Joliot-Curie
		Ecole maternelle Jules Guesde
		Ecole maternelle Le Charréard
		Ecole maternelle Léo Lagrange
		Ecole maternelle publique anatole france
		Ecole maternelle publique moulin a vent
		Ecole maternelle publique saint-exupery
	Crèches et halte - garderie	Crèche Arc en ciel

Commune	Type d'établissement	Dénomination
		Crèche Berlingot
		Crèche Capucine
		Crèche Graines d'Eugénie
		Crèche Gribouille
		Crèche Le carrousel
		Crèche Le moulin à malice Centre social Moulin à Vent
		Crèche Le Moulin des Bambins
		Crèche Le sac de bille
		Crèche Musicaline
		Crèche Pain d'épices
		Crèche Parilly
		Crèche Saperlipopette
		Crèche Tourni Cotton
		Crèche Viviani
Vaulx en Velin	Installations sportives	Groupe Scolaire Pierre et Marie Curie
	Etablissements sanitaires	Logements en Structure Collective
	Ecoles – Collèges - Lycées	Ecole primaire et maternelle Pierre Curie
	Crèches et halte - garderie	Crèche Les petits chaperons rouges Alexandre Dumas
Villeurbanne	Installations sportives	Stade Cyprian
		Complexe des Brosses
	Etablissements sanitaires	Foyer Travailleurs Migrants non transformé en Résidence Soc.
		Foyer de Jeunes Travailleurs (résidence sociale ou non)
		Etablissements d'Hébergement pour Personnes âgées
		Etab.et Services de Travail Protégé pour Adultes Handicapés
		Logements en Structure Collective
	Ecoles – Collèges - Lycées	Collège Lamartine
		Ecole primaire et maternelle Albert Camus
	Crèches et halte - garderie	Crèche Gribouille Maison sociale Cyprian
		Crèche Pepilou
		Crèche Victor Hugo

Annexe 2 : Fiches toxicologiques

Dioxyde d'azote (N° CAS 10102-44-0)

Références bibliographiques :

- INERIS, Fiche toxicologique pour les oxydes d'azote, novembre 2011
- WHO : Air quality guidelines for Europe. Global update 2005, Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide

Date de mise à jour : 06/03/2012

Identification des dangers

Effets systémiques : Les études de cohorte suggèrent une association entre l'exposition au dioxyde d'azote (concentrations au domicile) et l'incidence de l'asthme chez l'enfant. Des symptômes de toux et de bronchite se trouvent également augmentés. Il est également rapporté des atteintes de la fonction pulmonaire chez les enfants (5 fois plus de valeurs inférieures aux 80 % prédit) qui persistent dans la vie adulte. Il est difficile de dissocier les effets du dioxyde d'azote de ceux d'autres polluants présents dans les mêmes lieux d'exposition (particules ultra-fines, oxyde nitreux, particules, benzène).

Effets cancérogènes : La pollution associée au trafic automobile est associée avec des cancers chez l'enfant et des cancers pulmonaires chez l'adulte mais sans qu'il soit montré une association spécifiquement avec le dioxyde d'azote.

Effets sur la reproduction et le développement : La pollution de l'air est associée à la naissance de bébés à petits poids, à des retards de croissance intra-utérine, à des naissances avant-terme et à une mortalité périnatale. Ces effets sont liés à la pollution d'origine automobile sans que le dioxyde d'azote ait été incriminée individuellement (OMS, 2006).

Classification cancérogène du cadmium et de ses composés :

- CIRC : non classé ;
- Union européenne : non classé ;
- US-EPA : non classé.

Poussières (PM10 et PM2,5)

Références bibliographiques :

- Health Canada, Liste des substances d'intérêt prioritaire : rapport d'évaluation – particules inhalables de 10 µm ou moins, mai 2000
- Organisation Mondiale de la Santé, Air quality Guidelines – Global Update 2005 – Particule matter, ozone, nitroène dioxide and sulfure dioxide, 2005
- Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact, Q54 : Quelles VTR appliquer dans les problématiques « poussières », Décembre 2007

Date de mise à jour : 23/01/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Augmentation de la mortalité, des symptômes de maladies respiratoires, diminution de la fonction et de la capacité pulmonaire chez les enfants et augmentation des cas de bronchite chronique et d'asthme chez certains adultes.

Dans l'Union Européenne, l'exposition aux PM2,5 produites par les activités humaines réduit en moyenne l'espérance de vie de 8,6 mois.

Effets cancérogènes : Il n'existe pas de concentration en poussières en dessous de laquelle il n'ait pas été constaté une augmentation de la mortalité. Il a été constaté une augmentation des cancers pulmonaires dans des études transversales en association avec une exposition aux PM10 et aux PM2,5.

Effets sur la reproduction et le développement : L'exposition de femmes aux poussières a été rapprochée d'effets sur la reproduction et le développement, mais ces effets doivent encore être confirmés par d'autres études.

Classification cancérogène

CIRC : 1 pour les particules diesel (2012) ;

Union européenne : non classées ;

US-EPA : non classées.

Valeurs Toxicologiques de Références

Seule l'inhalation est concernée.

Il n'existe pas de VTR à seuil pour les particules, étant admis par la communauté scientifique que les particules ont des effets sanitaires sans seuil à court et long terme. Pour autant, aucune VTR sans seuil n'existe dans les bases de données de référence

En l'état actuel des pratiques d'évaluation de risque sanitaire pour les installations classées, la quantification des risques liés aux effets sans seuil des particules est rarement réalisée. Elle n'est donc pas retenue.

Néanmoins, il existe des VTR pour les particules issues des gaz d'échappement des moteurs diesel. Ces VTR sont retenues pour les études liées au trafic automobile.

Dioxyde de soufre (N° CAS : 7446-09-5)

Références bibliographiques :

- INERIS, *Fiche toxicologique pour le dioxyde de soufre, septembre 2011*
- INRS, *Fiche toxicologique pour le dioxyde de soufre, 2006*
- OMS, *Guidelines for Air Quality, Genève 2000*
- Organisation Mondiale de la Santé, *Air quality Guidelines – Global Update 2005 – Particule matter, ozone, nitroge n dioxide and sulfure dioxide, 2005*

Date de mise à jour : 21/11/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : L'exposition prolongée augmente l'incidence de pharyngites et de bronchites chroniques qui peuvent s'accompagner d'emphysème et d'altération de la fonction pulmonaire. Ces effets respiratoires sont augmentés par la présence de particules respirables, le tabagisme et l'effort physique. Le dioxyde de soufre peut aggraver l'asthme et les maladies pulmonaires inflammatoires ou fibrosantes. Aux concentrations urbaines de certaines villes canadiennes (moyenne : 5 µg.m⁻³) et américaines (moyenne : 85 µg.m⁻³), il est associé une apparition ou une aggravation des affections respiratoires (toux, dyspnée) et une augmentation du taux de mortalité par maladie respiratoire ou cardiovasculaire. Le dioxyde de soufre peut également provoquer des irritations oculaires.

Effets cancérogènes : il n'existe pas de données suffisantes pour conclure à ce sujet.

Effets sur la reproduction et le développement : Il n'a pas été mis en évidence de lien de causalité entre l'exposition au dioxyde de soufre et des effets sur la reproduction et le développement.

Classification cancérogène :

- **CIRC : groupe 3** (1992), ne peut être classé pour sa cancérogénicité chez l'homme
- **Union européenne :** non classé
- **US-EPA :** non classé

Monoxyde de carbone (N° CAS : 630-08-0)

Références bibliographiques :

- *INRS. Fiche toxicologique n°47 Oxyde de carbone, 1996*
- *WHO Air Quality Guidelines - Second Edition, 2000*

Date de mise à jour : 21/11/2014

Identification des dangers

Effets systémiques : Le monoxyde de carbone aurait, à faible dose (à partir de 5 % chez des adultes en bonne santé), des effets neurologiques, en particulier sur la psychomotricité (baisse de la coordination, de la vigilance et visuelle). Il aurait également des effets sur le système cardiovasculaire.

Effets cancérigènes : Il n'a pas été recueilli de données indiquant que le monoxyde de carbone aurait des effets cancérigènes.

Effets sur la reproduction et le développement : Le monoxyde de carbone a également des effets néfastes sur les femmes enceintes, sur le fœtus et sur le nouveau né (OMS, 2000 ; IPCS, 1999).

Classification cancérogène :

Sans objet

Valeurs Toxicologiques de Références

Aucune VTR n'est disponible pour cette substance.

Benzène (N° CAS : 71-43-2)

Références bibliographiques :

- *INERIS. Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Benzène. Mars 2006*

Date de mise à jour : 14/01/2016

Identification des dangers

Effets systémiques : De nombreuses études ont mis en évidence des effets sur le système sanguin (effets hémotoxiques et immunotoxiques) associés à des expositions par inhalation. Des effets sur le système immunitaire ont également été décrits dans le cadre d'exposition professionnelle au benzène.

Effets cancérigènes : de nombreuses études ont rapporté une augmentation des taux de cancer au cours des expositions professionnelles au benzène. La leucémie aiguë myéloïde est l'affection le plus souvent rapportée dans les études de cas mais l'épidémiologie retrouve une association significative avec les leucémies de tout type voire d'autres affections du tissu hématopoïétique.

Effets sur la reproduction et le développement : Le benzène passe la barrière placentaire et est retrouvé dans la moelle osseuse du fœtus à des niveaux supérieurs ou égaux à ceux mesurés chez la mère exposée par inhalation. Les effets sur la reproduction sont cependant insuffisants pour établir une relation causale : certaines études rapportent une augmentation des anomalies du tube neural et des avortements spontanés, mais d'autres études ne retrouvent pas ces anomalies.

Classification cancérigène :

- **Union européenne : Catégorie 1A (anciennement 1) :** substance que l'on sait être cancérigène pour l'homme (JOCE, 2004)
- **CIRC – IARC : Groupe 1 :** agent cancérigène pour l'homme (1987)
- **US EPA (IRIS) : Catégorie A :** substance cancérigène pour l'homme (1998).

Benzo(a)pyrène (N° CAS : 50-32-8)

Références bibliographiques :

- INERIS, *fiche toxicologique du benzo(a)pyrène, juillet 2006*

Date de mise à jour : 22/05/2017

Identification des dangers

Effets systémiques : Non concerné

Effets cancérogènes : Les études rapportées dans la littérature ne permettent pas de conclure quant au caractère cancérogène du benzo[a]pyrène à lui seul chez l'homme. Cependant, chez l'animal, les études montrent que le benzo[a]pyrène induit des tumeurs chez de nombreuses espèces animales par les trois voies d'exposition possibles : pulmonaire, orale et cutanée. Les effets rapportés correspondent à une action à la fois locale et systémique.

Effets sur la reproduction et le développement : Le benzo[a]pyrène est classé catégorie 2 par l'union européenne (substance devant être assimilée à des substances altérant la fertilité dans l'espèce humaine ou causant des effets toxiques sur le développement dans l'espèce humaine (JOCE, 2004)).

D'après la bibliographie, aucune étude n'a été effectuée chez l'homme pour rechercher un éventuel effet du benzo[a]pyrène sur la reproduction.

Classification cancérogène :

- **Union européenne : Catégorie 1B** - substance cancérogène pour l'homme (JOCE, 2004)
- **CIRC – IARC : Groupe 1** - cancérogène pour l'homme (2012)
- **US EPA (IRIS) : Classe B2** - cancérogène probable pour l'homme (1994)

Annexe 3 : Description du modèle numérique ARIA Impact

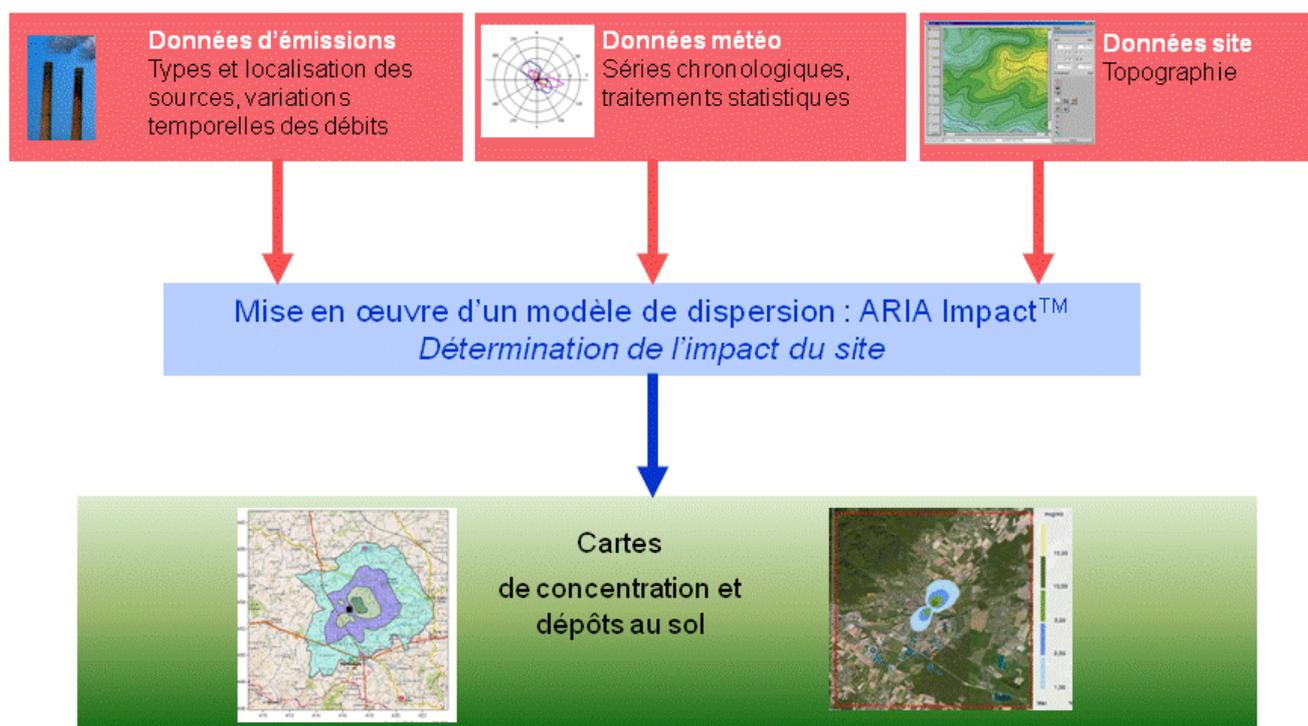
Présentation générale

ARIA Impact™ est un modèle de type "gaussien", conforme aux recommandations de l'E.P.A.³⁰. ARIA Impact **répond également aux prescriptions de l'INERIS** pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : Evaluation des Risques Sanitaires liés aux substances chimiques dans l'Etude d'Impact des ICPE). C'est un logiciel de modélisation de la pollution atmosphérique qui permet de répondre à l'ensemble des éléments demandés par la législation française sur la qualité de l'air et européenne, et de fournir les éléments indispensables à :

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

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

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



³⁰ Agence de l'environnement américain (Environment Protection Agency).

Fonctionnalités techniques

Logiciel multi-espèces et multi-sources

ARIA Impact™ permet de modéliser la dispersion de :

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

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

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

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

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

- **Modélisation pour une situation particulière** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques pour une situation météorologique fixée par l'utilisateur (modélisation pour une vitesse de vent et une direction de vent données). Ce mode de calcul peut être utilisé par exemple pour étudier un cas de dysfonctionnement associé à une situation météorologique défavorable, une phase de démarrage, ou encore pour comparer des scénarios d'émissions entre eux.
- **Modélisation statistique depuis une rose des vents** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte les fréquences d'occurrence d'une rose des vents général. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, le centile 100 ou des fréquences de dépassement de seuil. Ce mode de calcul est bien adapté pour les polluants gazeux et si la marche de production et d'émissions est constante sur l'année.
- **Modélisation statistique à partir d'une base météorologique complète** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte une base complète de données météorologiques. Dans ce cas, un calcul académique est réalisé pour chaque échéance météorologique de la base de données. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, des centiles (98, 99,5 etc...) ou des fréquences de dépassement de seuil. Les statistiques sont donc réalisées à partir de la modélisation de chaque séquence météorologique horaire sur plusieurs années (8 760 situations météo sur une année) ce qui permet de bien tenir compte des variations diurnes et saisonnières des concentrations.

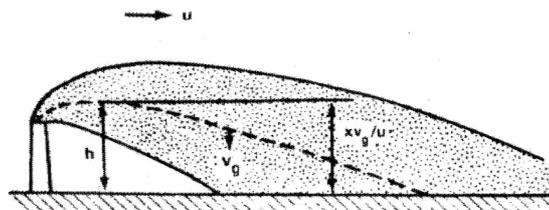
Variation temporelle des émissions

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

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

Dépôts au sol

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



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

Dispersion par vents calmes

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

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

Reconstitution de profils verticaux météorologiques

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

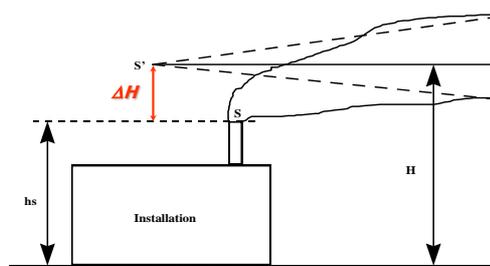
Afin de prendre en compte cette variation de vitesse de vent dans les calculs de la dispersion des polluants atmosphériques, le logiciel ARIA Impact™ peut calculer des profils verticaux de vent en fonction des mesures de vent au sol, de la turbulence atmosphérique et de l'occupation des sols, afin de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

Prise en compte de la couche de mélange

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

Surélévation de panache issu de cheminée

Dans le cas de cheminée, lorsque les rejets sont chauds ou que la vitesse d'éjection des fumées est importante, on peut prendre en compte une surélévation du panache. En effet, les fumées de combustion vont s'élever au-dessus de la cheminée jusqu'à ce que leur vitesse ascensionnelle initiale et les effets de différence de densité (dus à la différence de température air/fumées) ne soient plus significatifs. Tout se passe comme si l'émission des rejets se faisait à une hauteur réelle d'émission (hauteur de la cheminée) augmentée de la surhauteur due aux conditions d'éjection. ARIA Impact™ prend en compte les effets de la surélévation des fumées de cheminée. Plusieurs formulations permettant de calculer la surélévation des fumées sont codées dans ARIA Impact afin d'adapter la formule la plus adéquate au cas d'étude (Formule de Holland, Formule de Briggs, Formule de Concawe...).



Conversion des NOx en NO et NO₂

Dans le cas de la modélisation des émissions liées au trafic automobile, ARIA Impact™ contient un algorithme simple permettant de calculer les concentrations en NO et NO₂ à partir des concentrations en NOx, à l'aide de la formule de conversion de Middleton.

Prise en compte simplifiée de la topographie

ARIA Impact™ permet de prendre en compte de manière simplifiée les topographies peu marquées. Un algorithme simple permettant de prendre en compte le relief, sans faire appel à des calculs de vents tridimensionnels, peut être activé dans le module de calcul. Cet algorithme permet de rapprocher du relief l'axe du panache pour des atmosphères stables.

Envois de poussières

ARIA Impact™ contient un module spécifique pour le calcul des envolées de poussières fines, dans le cas d'un **stockage de poussières exposé au vent**.

Cette option permet d'estimer la quantité de poussières émises par une source surfacique en fonction de la rafale de vent, puis de modéliser la dispersion de ces poussières. Il peut s'agir par exemple d'un tas de charbon dont, par vent fort, les poussières fines vont s'envoler. Le calcul de la quantité émise de poussières passe par l'estimation du potentiel d'érosion du stockage, puis des facteurs d'émission fonction de la rafale de vent.

Résultats

Grandeurs calculées

ARIA Impact™ permet de calculer les grandeurs suivantes :

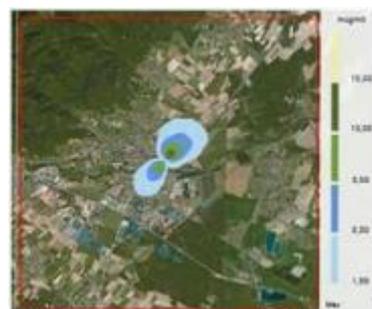
- **moyennes mensuelles et/ou annuelles** de polluant autour du site, en concentrations et dépôts au sol,
- **fréquences de dépassement de seuils** en moyennes journalières ou horaires (normes françaises et européennes),
- **centiles 98, 99.8, 100** ou autres valeurs de centiles sur une base de calcul prédéfinie (horaire, journalière, 8 heures...).

Les résultats de concentrations peuvent être exprimés en µg/m³, ng/m³, pg/m³ ou fg/m³ pour les polluants classiques, en uo/m³ pour les odeurs et en Bq/m³ pour les polluants radioactifs.

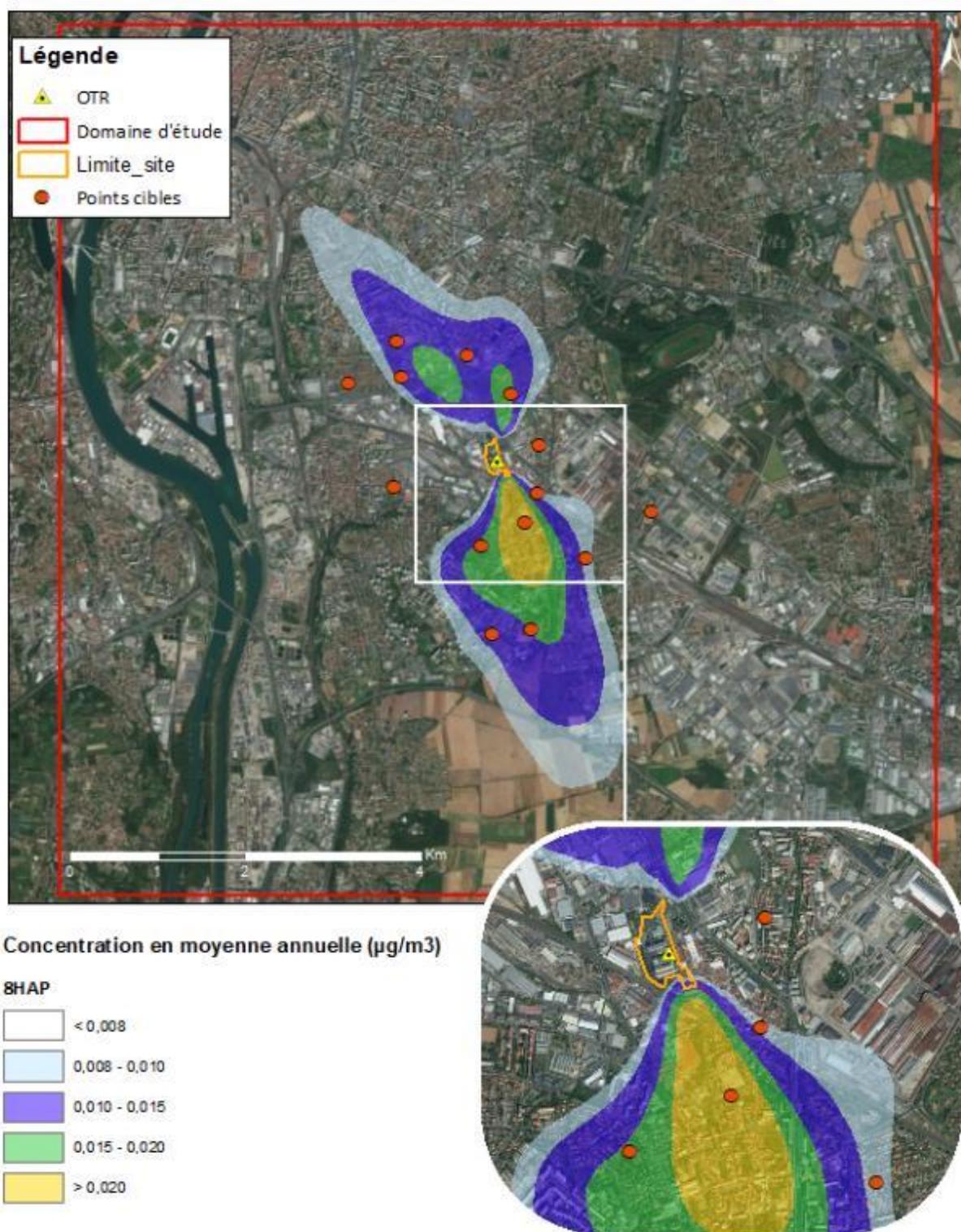
Cartographies

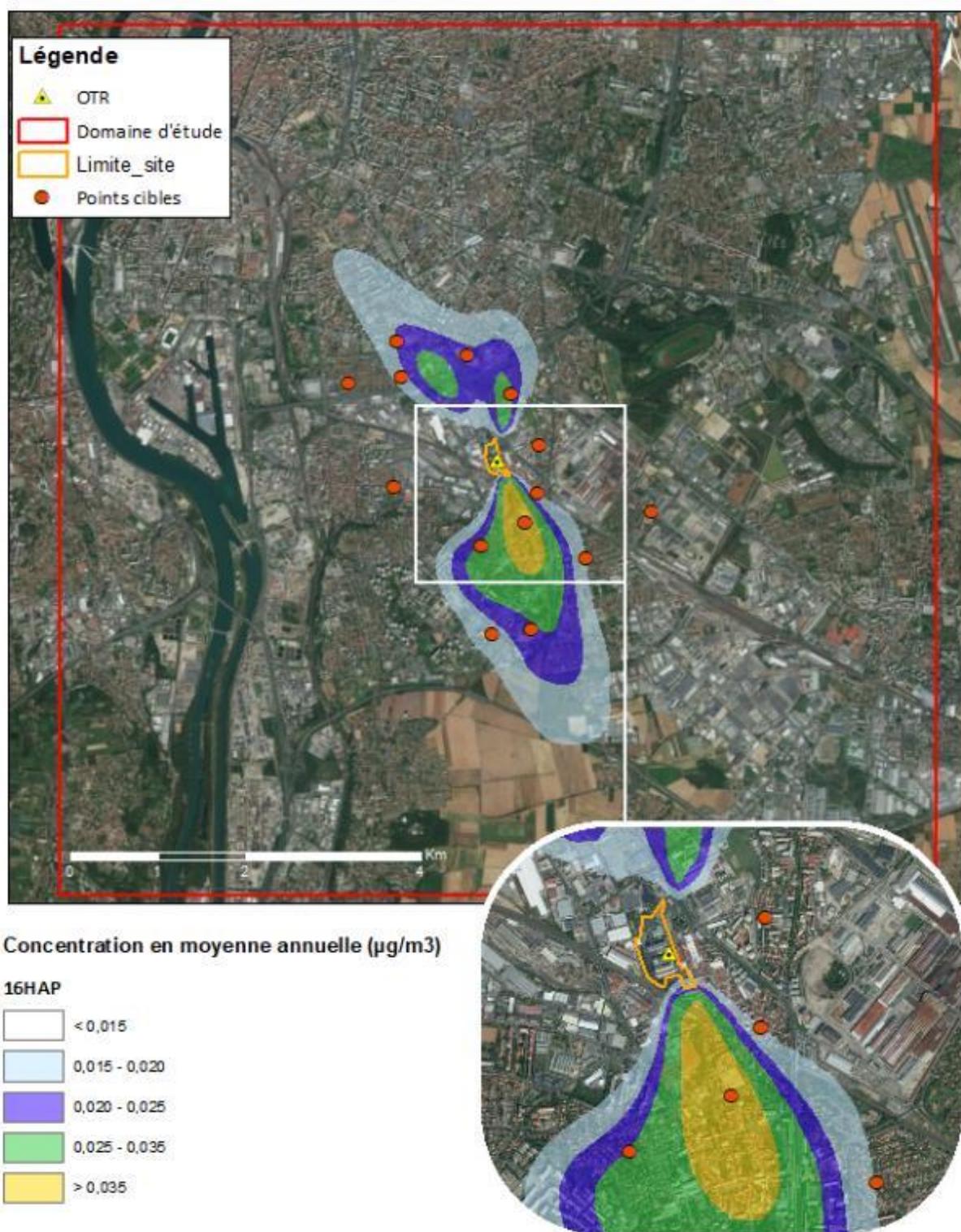
Les résultats obtenus avec ARIA Impact™ peuvent être présentés sous forme cartographique au format image, mais aussi en des formats numériques **compatibles** avec la plupart des **Systèmes d'Informations Géographiques** tels que Mapinfo, ArcView ou SURFER.

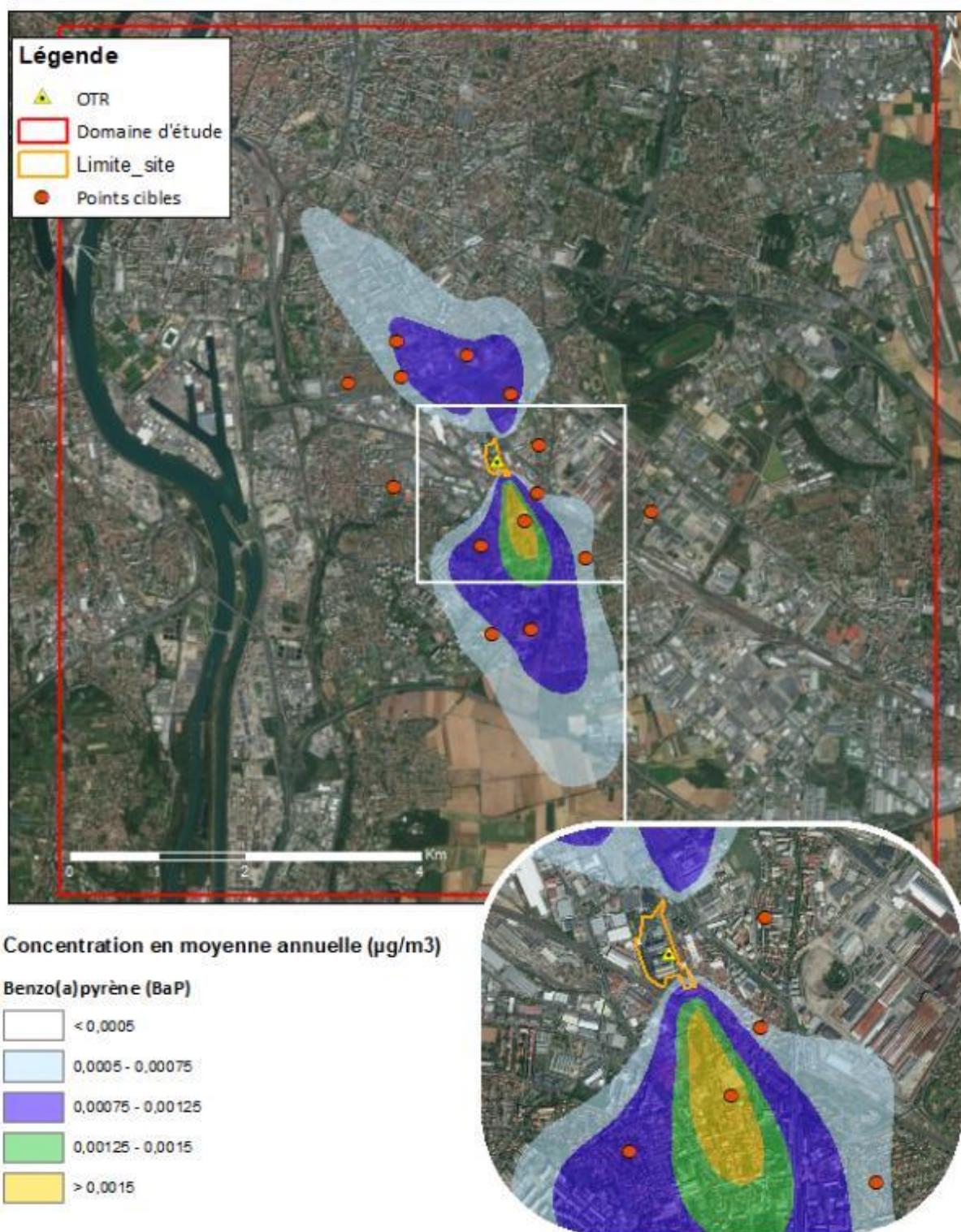
Un export des résultats vers **Google Earth** permet également de visualiser les résultats sur une photo aérienne directement avec le logiciel Google Earth.

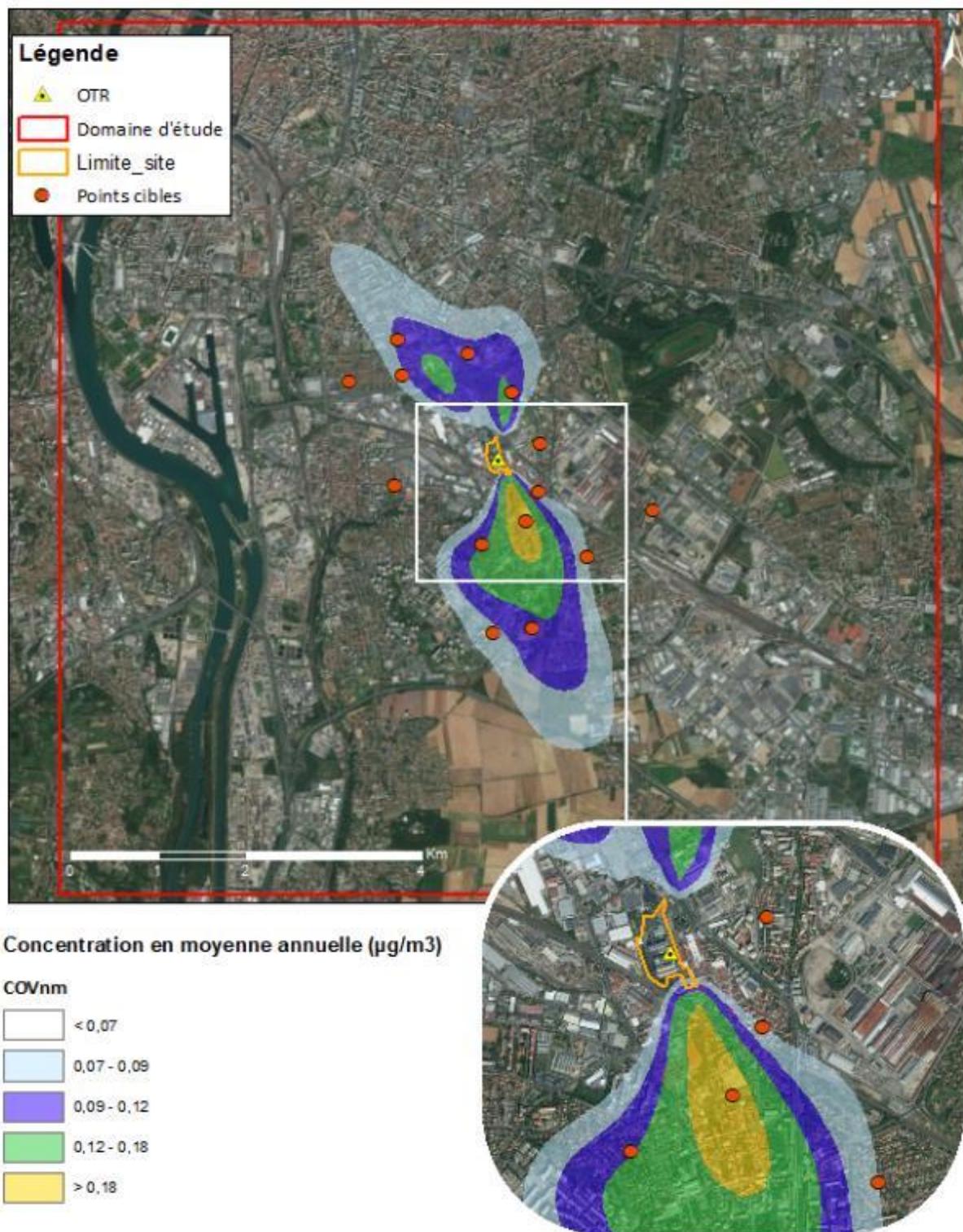


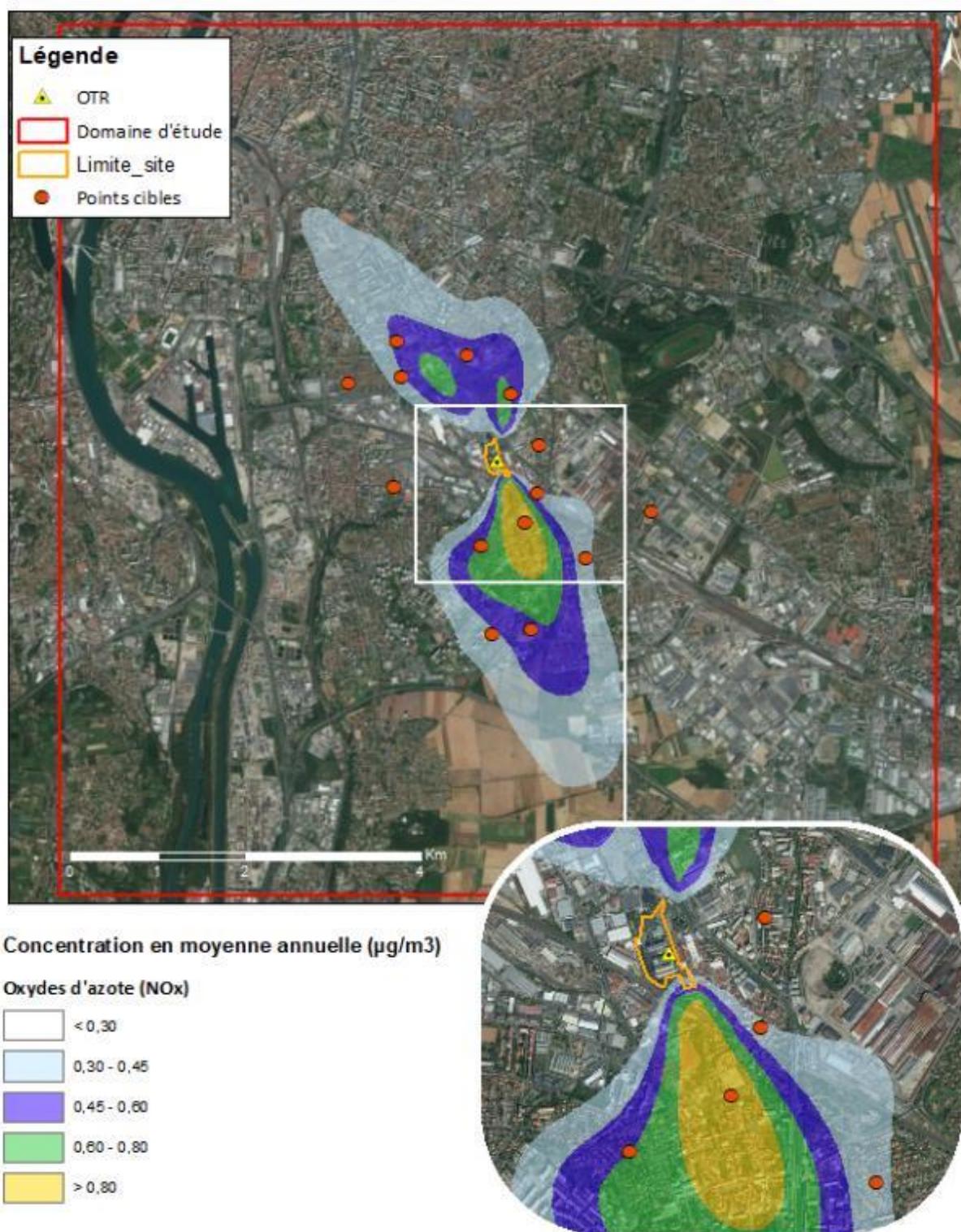
Annexe 4 : Cartes de concentration en moyenne annuelle

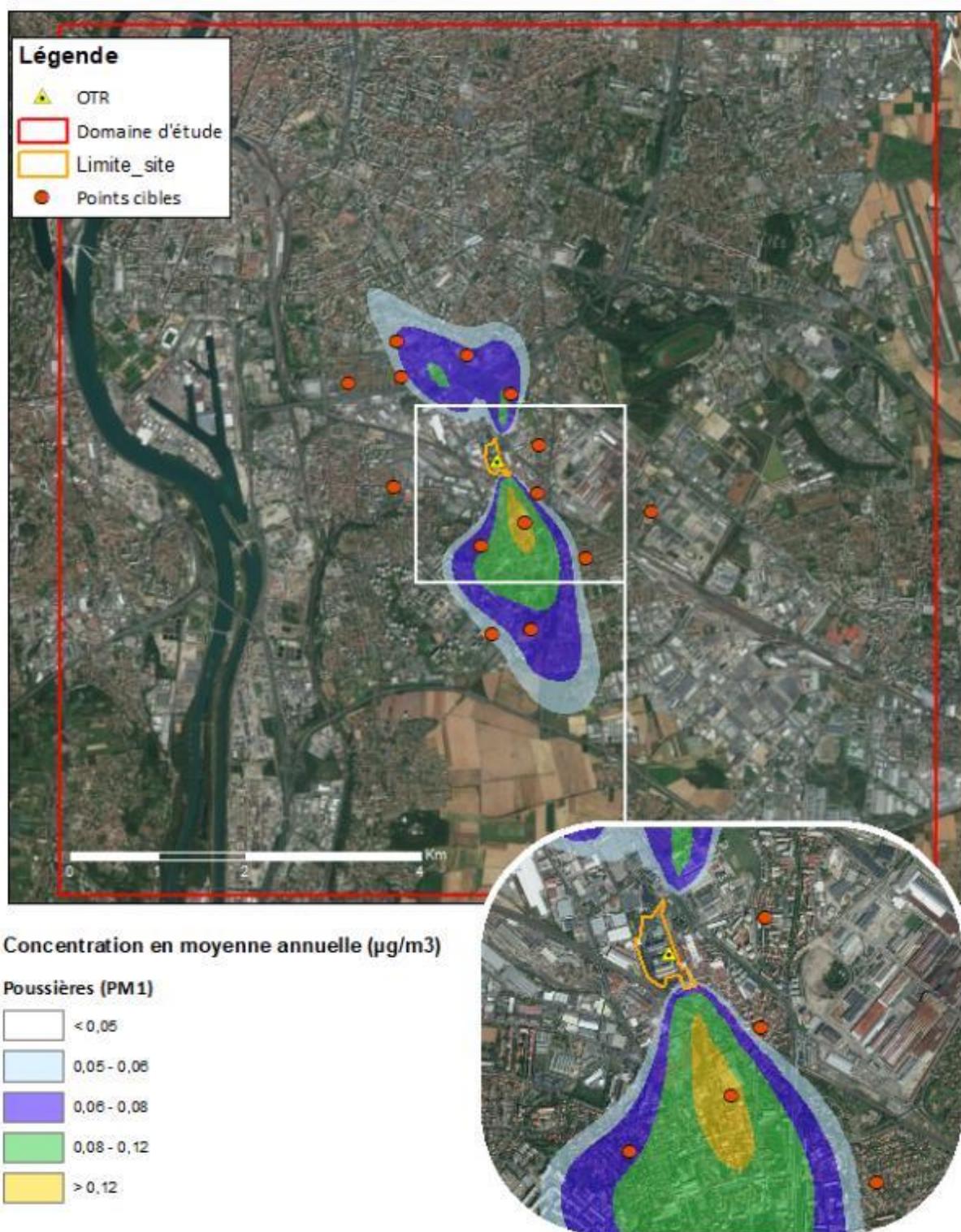


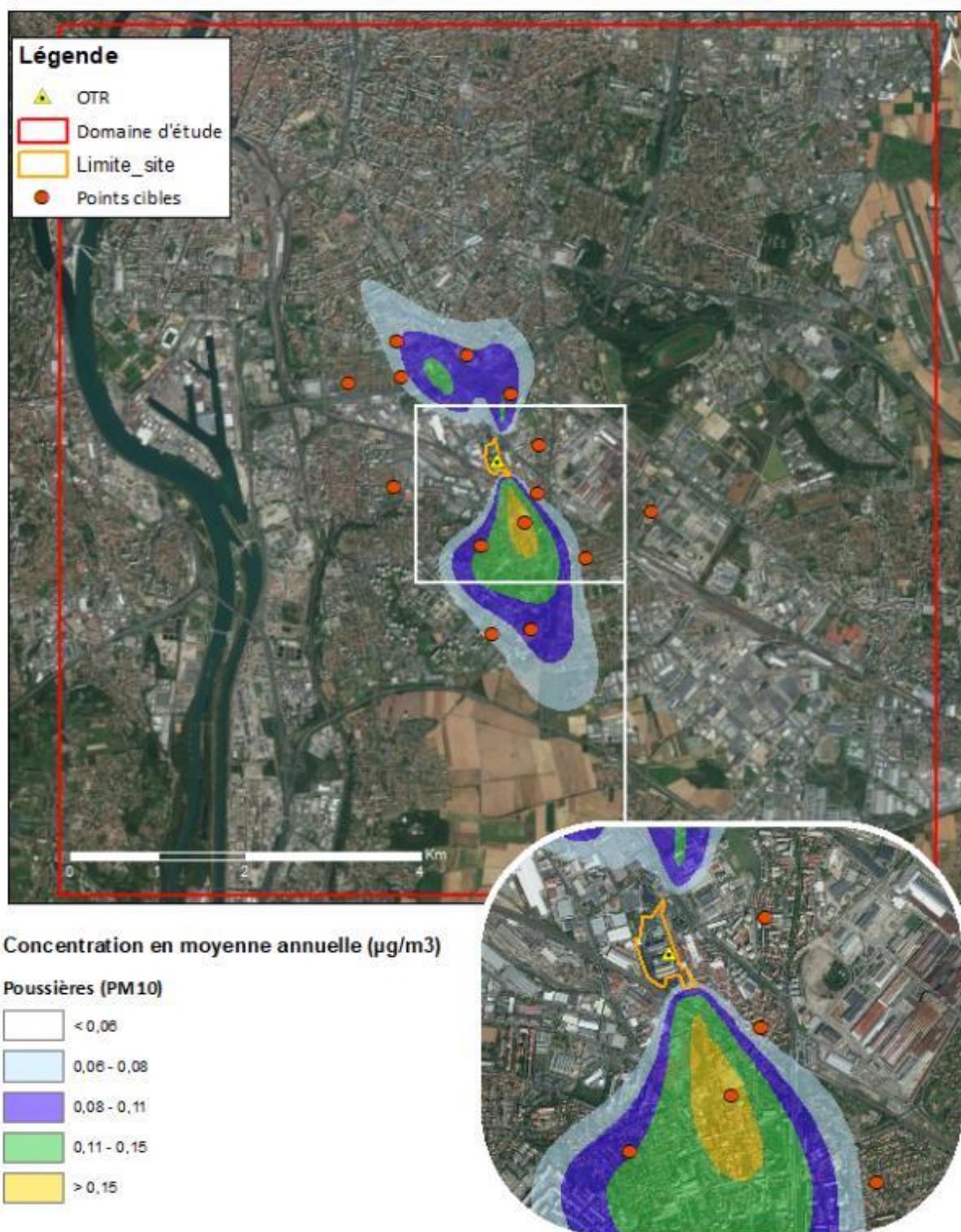


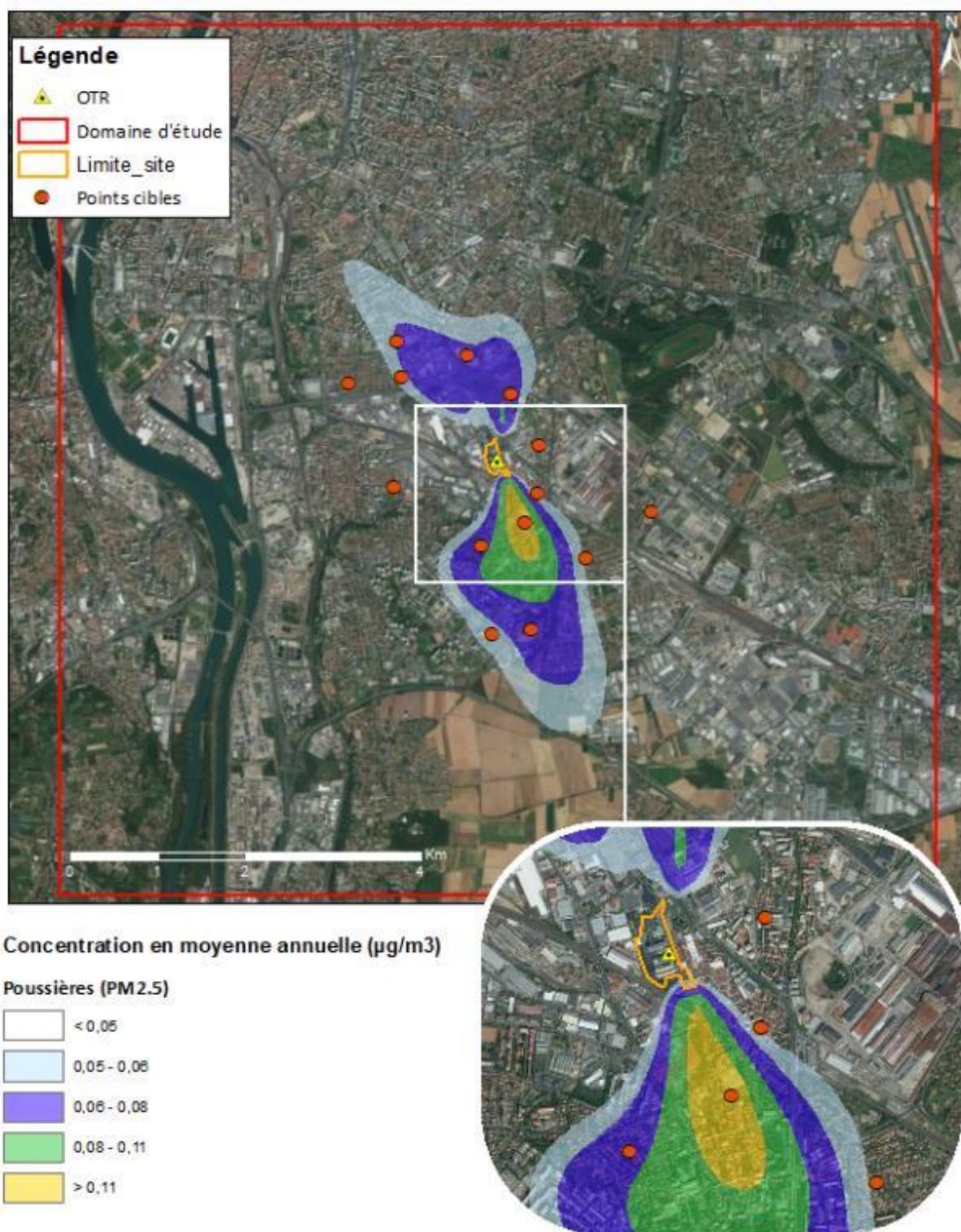


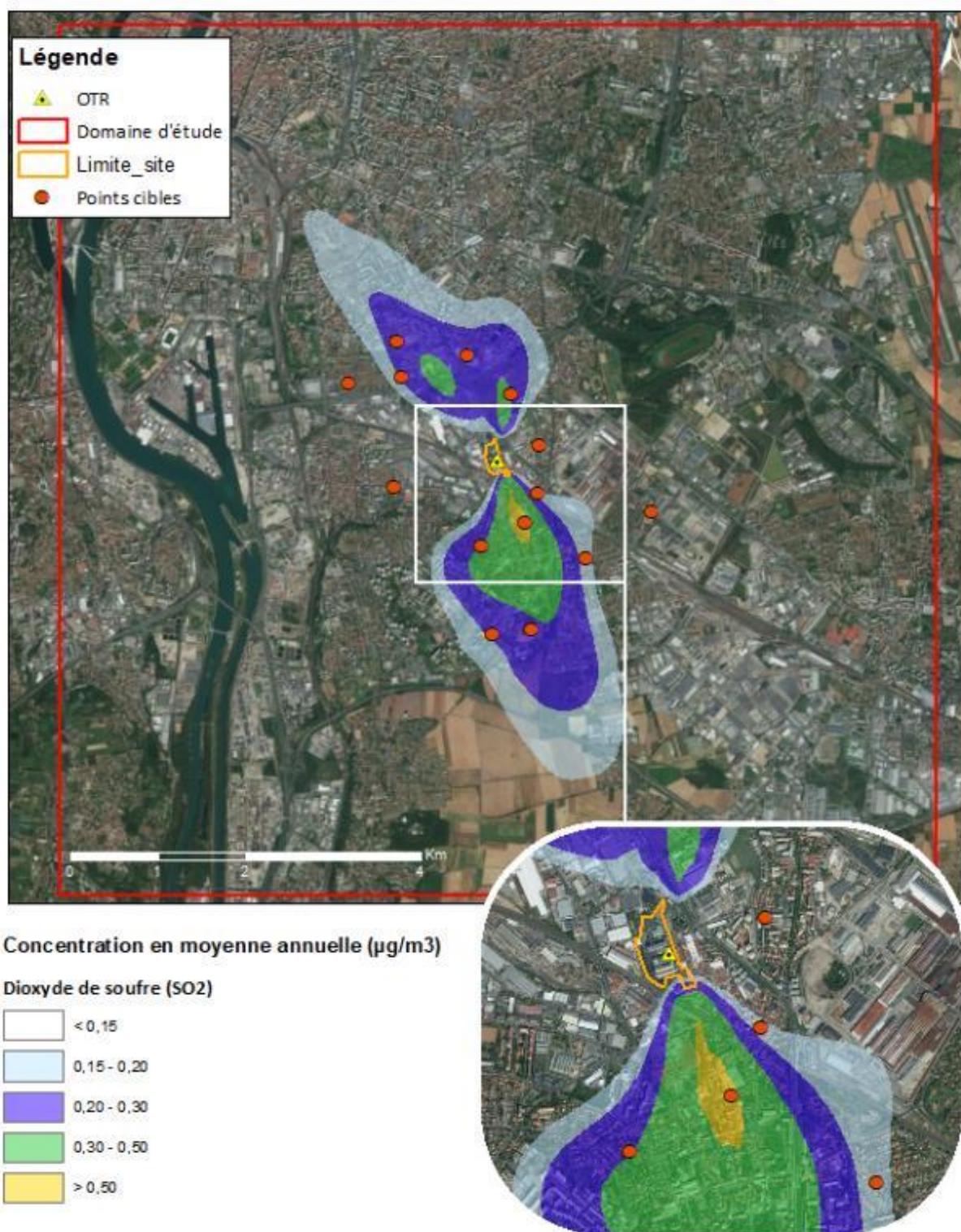




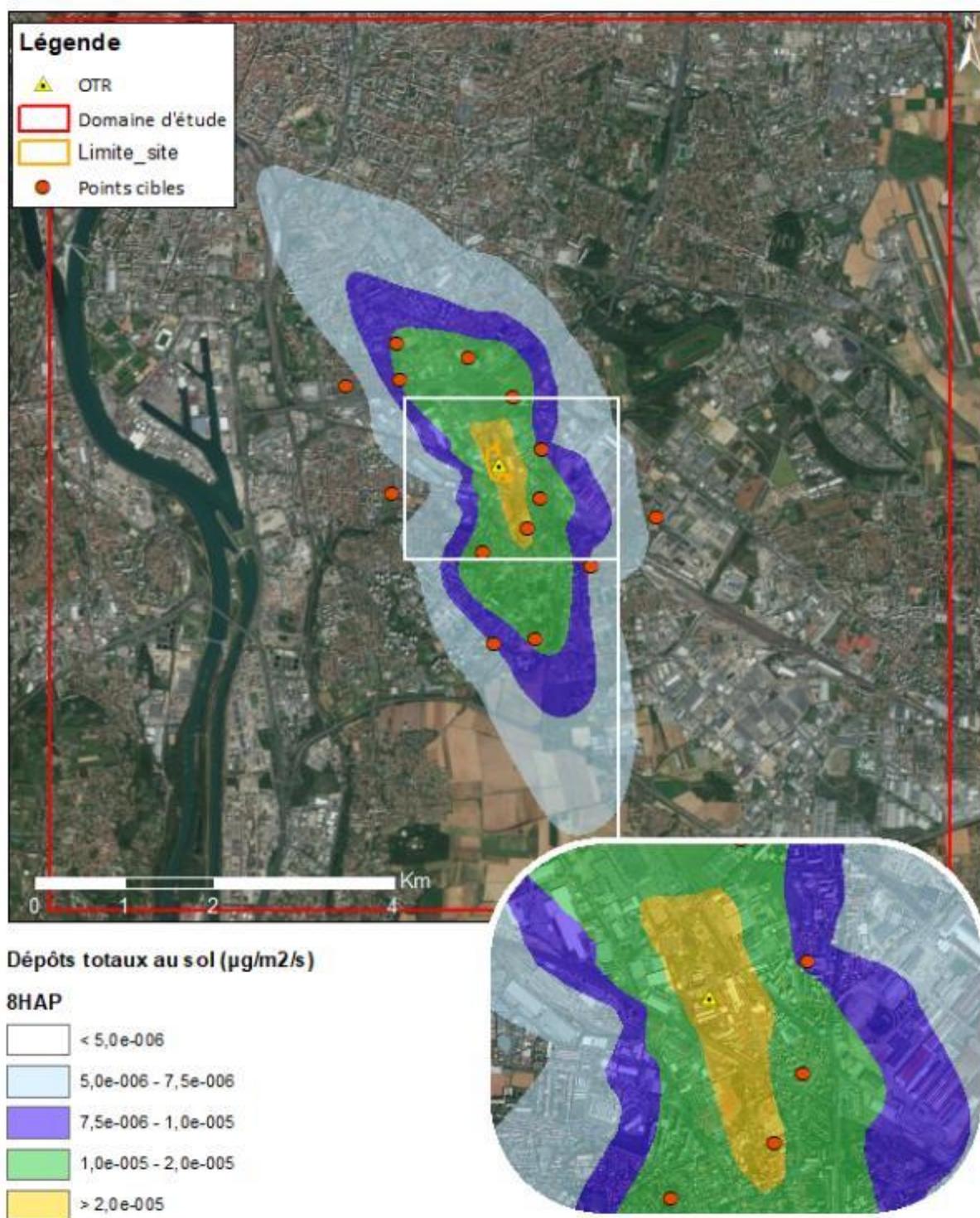


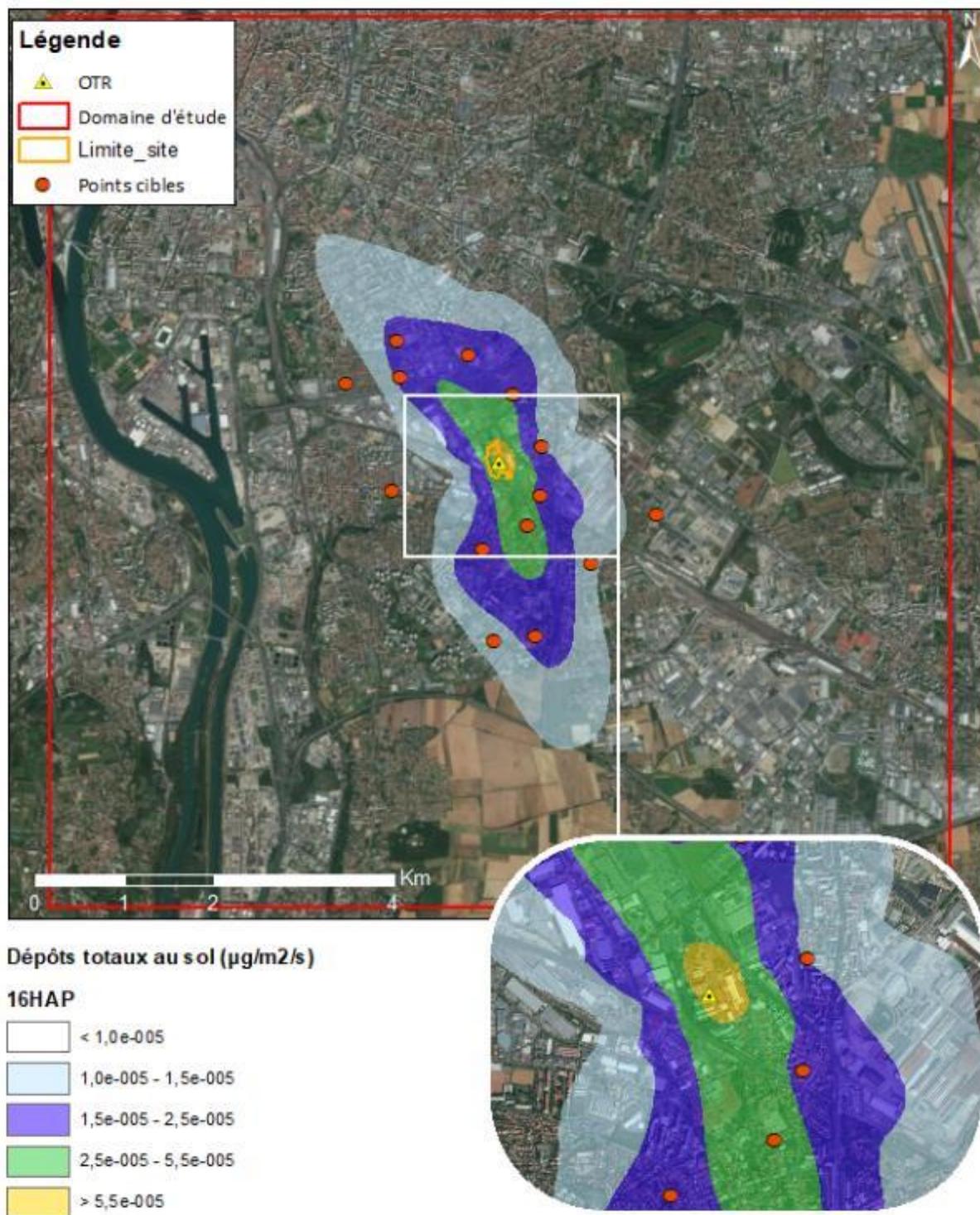


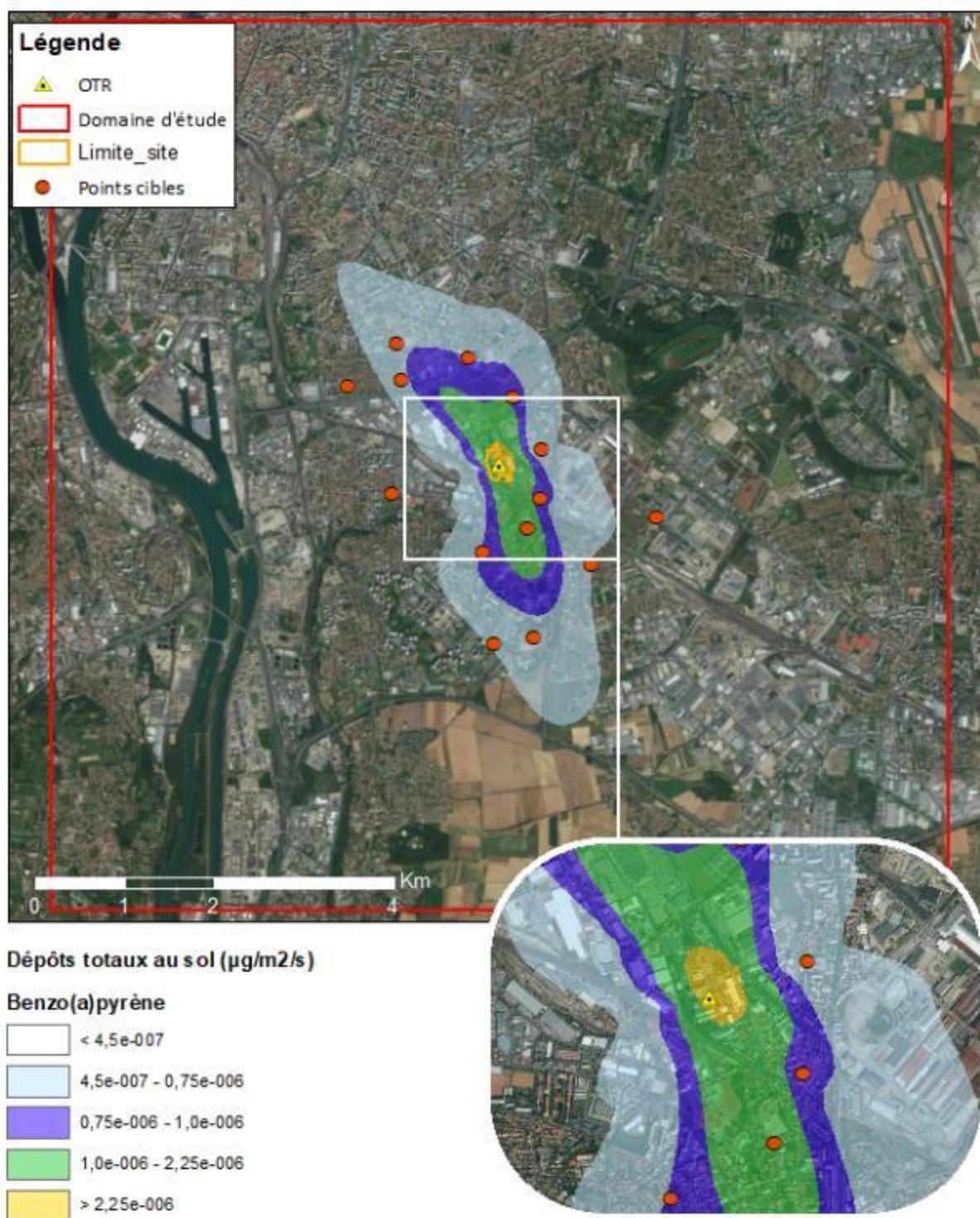


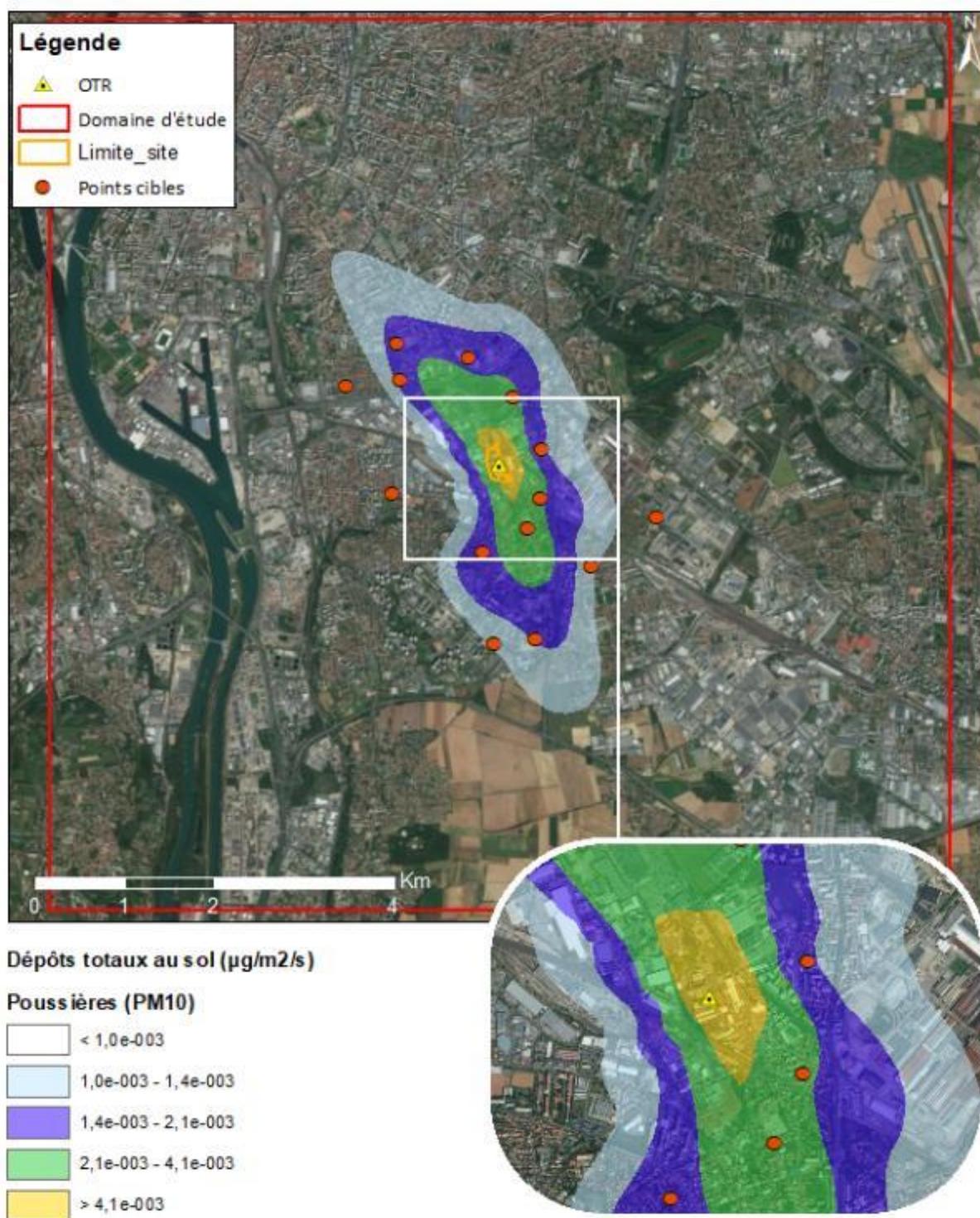


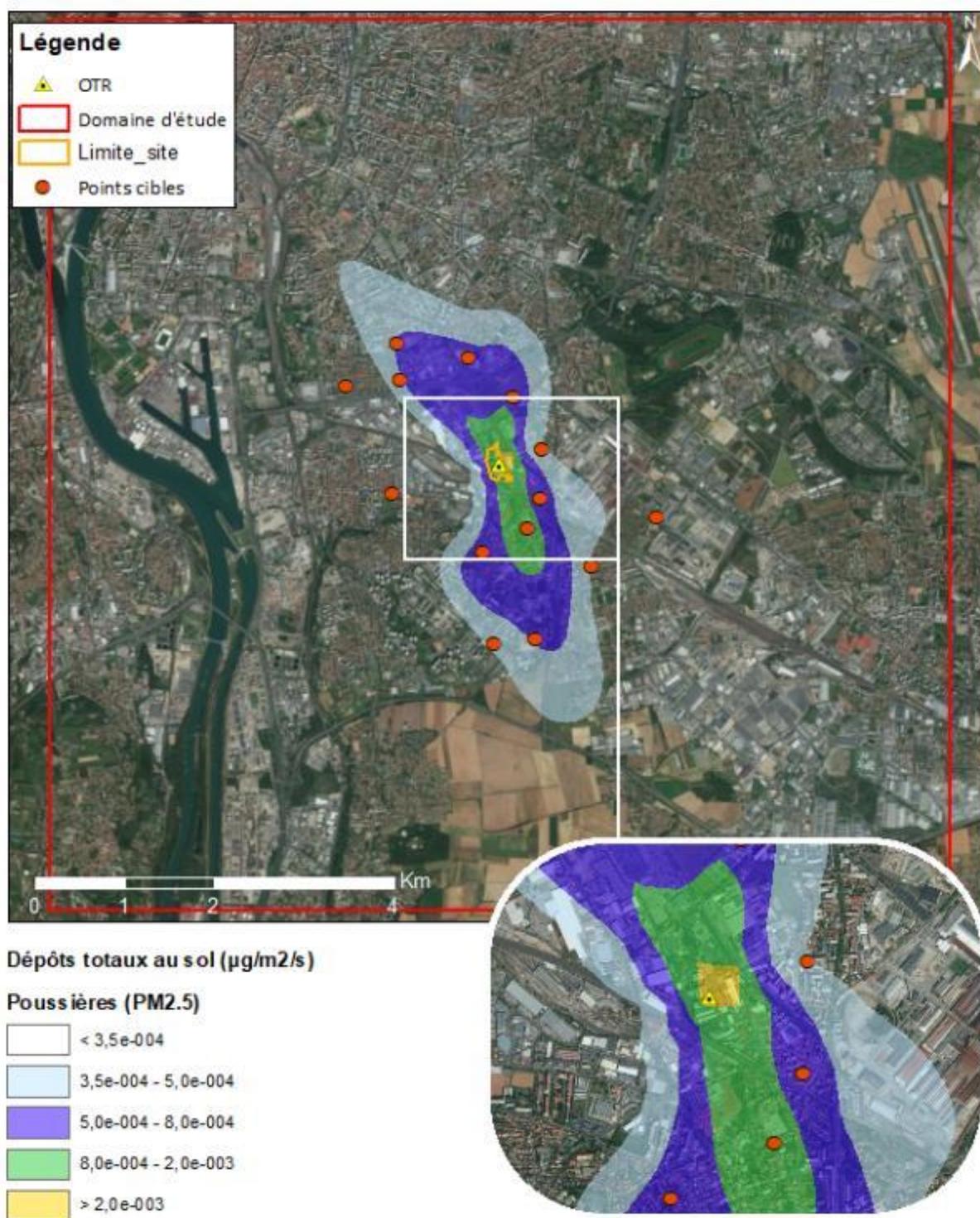
Annexe 5 : Cartes de dépôts au sol











Annexe 6 : Résultats par tranche d'âge de la caractérisation des risques sanitaires pour l'exposition par voie digestive

Tableau 65 : doses journalières d'exposition pour la voie digestive – scénario majorant

Classe d'âge	Apport par ingestion	Unité	Benzo(a)pyrène	Acénaphthène	Fluoranthène	Phénanthrène	Pyrène	Naphtalène	Benzo(a)anthracène	benzo(b)fluoranthène	benzo(k)fluoranthène	Chrysène	dibenzo(a,h)anthracène	indéno(1,2,3-cd)pyrène
Classe 1 : de 0 à 1 an	de sol	mg/kg/j	7.2E-07	3.8E-08	1.4E-06	1.2E-06	1.0E-06	2.8E-07	5.6E-07	1.1E-06	2.7E-07	6.2E-07	5.6E-08	1.5E-07
	de végétaux	mg/kg/j	3.2E-07	3.5E-08	8.6E-07	8.8E-07	6.1E-07	3.7E-07	4.9E-07	6.4E-06	3.8E-07	3.3E-07	7.6E-07	4.4E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	1.5E-07	5.9E-09	3.1E-07	2.3E-07	2.2E-07	2.7E-08	2.2E-07	3.7E-07	1.6E-07	1.3E-07	7.7E-08	2.2E-08
	de lait maternel	mg/kg/j	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Apport total	mg/kg/j	1.2E-06	7.9E-08	2.6E-06	2.3E-06	1.8E-06	6.8E-07	1.3E-06	7.9E-06	8.2E-07	1.1E-06	9.0E-07	2.2E-07
Classe 2 : de 1 à 3 ans	de sol	mg/kg/j	7.4E-07	3.8E-08	1.5E-06	1.2E-06	1.0E-06	2.8E-07	5.7E-07	1.1E-06	2.8E-07	6.3E-07	5.8E-08	1.6E-07
	de végétaux	mg/kg/j	5.9E-07	6.0E-08	1.4E-06	1.5E-06	1.0E-06	6.5E-07	8.5E-07	9.5E-06	7.4E-07	5.1E-07	1.6E-06	6.7E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	3.2E-07	1.3E-08	6.6E-07	5.0E-07	4.7E-07	5.8E-08	4.7E-07	8.0E-07	3.5E-07	2.8E-07	1.7E-07	4.7E-08
	Apport total	mg/kg/j	1.6E-06	1.1E-07	3.6E-06	3.2E-06	2.5E-06	9.9E-07	1.9E-06	1.1E-05	1.4E-06	1.4E-06	1.8E-06	2.7E-07
Classe 3 : de 3 à 6 ans	de sol	mg/kg/j	5.1E-07	2.7E-08	1.0E-06	8.6E-07	7.3E-07	2.0E-07	4.0E-07	7.6E-07	1.9E-07	4.4E-07	4.0E-08	1.1E-07
	de végétaux	mg/kg/j	3.6E-07	3.8E-08	8.0E-07	8.5E-07	5.8E-07	4.5E-07	4.8E-07	4.6E-06	4.7E-07	2.7E-07	1.2E-06	3.5E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	2.3E-07	9.1E-09	4.8E-07	3.6E-07	3.4E-07	4.2E-08	3.4E-07	5.7E-07	2.5E-07	2.0E-07	1.2E-07	3.4E-08
	Apport total	mg/kg/j	1.1E-06	7.4E-08	2.3E-06	2.1E-06	1.6E-06	6.9E-07	1.2E-06	6.0E-06	9.2E-07	9.2E-07	1.4E-06	1.8E-07
Classe 4 : de 6 à 11 ans	de sol	mg/kg/j	3.2E-07	1.7E-08	6.3E-07	5.3E-07	4.5E-07	1.2E-07	2.5E-07	4.7E-07	1.2E-07	2.7E-07	2.5E-08	6.8E-08
	de végétaux	mg/kg/j	2.3E-07	2.4E-08	5.1E-07	5.4E-07	3.7E-07	2.8E-07	3.1E-07	2.9E-06	3.0E-07	1.7E-07	7.7E-07	2.2E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	1.4E-07	5.6E-09	2.9E-07	2.2E-07	2.1E-07	2.6E-08	2.1E-07	3.6E-07	1.6E-07	1.3E-07	7.4E-08	2.1E-08
	Apport total	mg/kg/j	6.9E-07	4.6E-08	1.4E-06	1.3E-06	1.0E-06	4.3E-07	7.7E-07	3.7E-06	5.8E-07	5.7E-07	8.7E-07	1.1E-07
Classe 5 : de 11 à 15 ans	de sol	mg/kg/j	7.7E-08	4.0E-09	1.5E-07	1.3E-07	1.1E-07	3.0E-08	6.0E-08	1.1E-07	2.9E-08	6.7E-08	6.0E-09	1.7E-08
	de végétaux	mg/kg/j	1.5E-07	1.6E-08	3.5E-07	3.7E-07	2.5E-07	1.9E-07	2.1E-07	2.2E-06	2.0E-07	1.2E-07	4.8E-07	1.6E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	1.1E-07	4.2E-09	2.2E-07	1.7E-07	1.5E-07	1.9E-08	1.6E-07	2.6E-07	1.2E-07	9.3E-08	5.5E-08	1.6E-08
	Apport total	mg/kg/j	3.4E-07	2.4E-08	7.2E-07	6.7E-07	5.2E-07	2.4E-07	4.3E-07	2.5E-06	3.4E-07	2.8E-07	5.5E-07	4.8E-08

Classe d'âge	Apport par ingestion	Unité	Benzo(a)pyrène	Acénaphthène	Fluoranthène	Phénanthrène	Pyrène	Naphtalène	Benzo(a)anthracène	benzo(b)fluoranthène	benzo(k)fluoranthène	Chrysène	dibenzo(a,h)anthracène	indéno(1,2,3-cd)pyrène
Classe 6 : de 15 à 18 ans	de sol	mg/kg/j	6.1E-08	3.2E-09	1.2E-07	1.0E-07	8.7E-08	2.3E-08	4.7E-08	9.0E-08	2.3E-08	5.2E-08	4.8E-09	1.3E-08
	de végétaux	mg/kg/j	1.2E-07	1.3E-08	2.8E-07	3.0E-07	2.0E-07	1.5E-07	1.7E-07	1.8E-06	1.6E-07	9.9E-08	3.8E-07	1.3E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	8.3E-08	3.3E-09	1.7E-07	1.3E-07	1.2E-07	1.5E-08	1.2E-07	2.1E-07	9.2E-08	7.4E-08	4.3E-08	1.2E-08
	Apport total	mg/kg/j	2.7E-07	1.9E-08	5.8E-07	5.3E-07	4.1E-07	1.9E-07	3.4E-07	2.1E-06	2.7E-07	2.3E-07	4.3E-07	3.8E-08
Classe 7 : les plus de 18 ans	de sol	mg/kg/j	5.2E-08	2.7E-09	1.0E-07	8.7E-08	7.4E-08	2.0E-08	4.0E-08	7.7E-08	2.0E-08	4.5E-08	4.1E-09	1.1E-08
	de végétaux	mg/kg/j	1.7E-07	1.6E-08	3.4E-07	3.6E-07	2.5E-07	1.9E-07	2.1E-07	1.6E-06	2.3E-07	1.0E-07	5.8E-07	1.3E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	8.6E-08	3.4E-09	1.8E-07	1.3E-07	1.2E-07	1.5E-08	1.3E-07	2.1E-07	9.4E-08	7.6E-08	4.4E-08	1.3E-08
	Apport total	mg/kg/j	3.1E-07	2.2E-08	6.2E-07	5.8E-07	4.4E-07	2.3E-07	3.8E-07	1.9E-06	3.4E-07	2.2E-07	6.3E-07	3.6E-08
DJE pondérée sur 30 ans	de sol	mg/kg/j	9.2E-08	4.8E-09	1.8E-07	1.5E-07	1.3E-07	3.5E-08	7.2E-08	1.4E-07	3.5E-08	7.9E-08	7.2E-09	2.0E-08
	de végétaux	mg/kg/j	3.2E-07	3.5E-08	8.6E-07	8.8E-07	6.1E-07	3.7E-07	4.9E-07	6.4E-06	3.8E-07	3.3E-07	7.6E-07	4.4E-08
	de produits animaux	mg/kg/j	1.5E-07	5.9E-09	3.1E-07	2.3E-07	2.2E-07	2.7E-08	2.2E-07	3.7E-07	1.6E-07	1.3E-07	7.7E-08	2.2E-08
	Apport total	mg/kg/j	2.4E-07	1.7E-08	5.1E-07	4.6E-07	3.7E-07	1.6E-07	2.8E-07	1.5E-06	2.1E-07	2.0E-07	3.2E-07	3.8E-08