KNDS

KNDS

La Chapelle Saint Ursin (18)

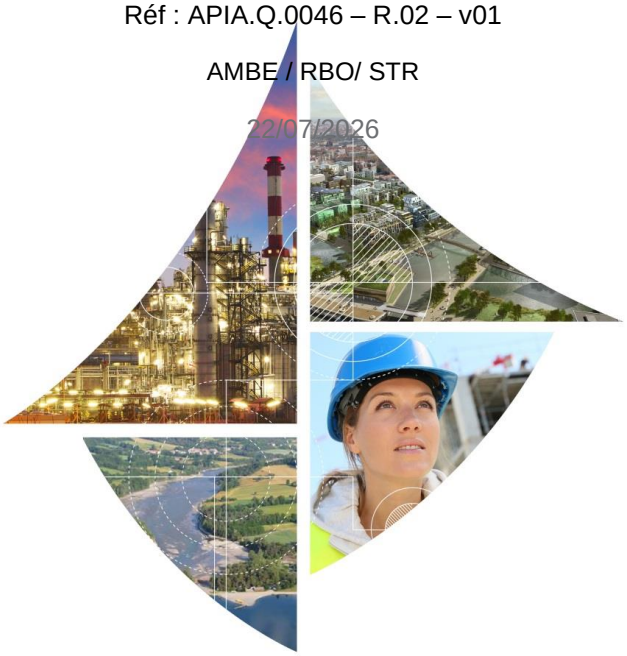
Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) et Evaluation des Risques Sanitaires (EQRS) des rejets atmosphériques du site

Rapport

Réf : APIA.Q.0046 – R.02 – v01

AMBE / RBO/ STR

22/07/2026



GINGER BURGEAP Région Loire-Bretagne (Tours) • 8, 10, 12, rue du docteur Herpin
37000 Tours
Tél : 02.47.75.25.45 • burgeap.tours@groupeginger.com

KNDS

La Chapelle Saint Ursin (18)

Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) et Evaluation des Risques Sanitaires (EQRS) des rejets atmosphériques du site

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	22/07/2026	01	A.BERTRAND 	R. BOISSAT 	S. TRAVERSE 

Numéro de projet / de rapport :	Réf : APIA.Q.0046 – R.02 – v01
Domaine technique :	ENVT325

SOMMAIRE

Introduction 6
1. Etape 1 : Evaluation des émissions de l'installation 8
1.1 Activités du site 8
1.2 Inventaire des sources d'émissions atmosphériques 8
1.3 Quantification des émissions atmosphériques 9
1.3.1 Méthode de quantification 9
1.3.2 Synthèse des émissions 11
2. Etape 2 : Evaluation des enjeux et des voies d'exposition 13
2.1 Zone d'étude 13
2.2 Caractérisation de la zone d'étude 14
2.2.1 Contexte populationnel 14
2.2.2 Contexte environnemental 16
2.2.3 Synthèse des populations et des usages des milieux 21
2.3 Choix des substances d'intérêt 21
2.3.1 Potentiel de transfert 22
2.3.2 Toxicité des composés 22
2.3.3 Sélection des substances d'intérêt 23
2.4 Conceptualisation de l'exposition 24
2.4.1 Les sources de pollution 24
2.4.2 Les vecteurs de transfert 24
2.4.3 Les voies d'exposition 25
2.4.4 Cibles et scénarios d'exposition 25
2.4.5 Synthèse de l'élaboration du schéma conceptuel 26
3. Étape 3 : Évaluation de l'état des milieux 27
3.1 Objectifs 27
3.2 Méthodologie 27
3.3 Caractérisation des milieux 28
3.3.1 Substances et milieux pertinents 28
3.3.2 Données existantes 28
3.3.3 Campagnes de mesures complémentaires 29
3.3.4 Evaluation de la dégradation attribuable à l'installation 31
3.3.5 Comparaison avec les valeurs réglementaires ou de gestion 33
3.3.6 Calcul d'interprétation de l'état des milieux 33
4. Etape 4 : Evaluation des risques sanitaires 35
4.1 Identification des dangers et relations dose-réponse 35
4.2 Evaluation des concentrations dans les milieux d'exposition 36
4.2.1 Paramétrage du modèle 36
4.2.2 Résultats de la modélisation 37
4.3 Calcul des niveaux d'exposition 39
4.3.1 Exposition par inhalation 39
4.3.2 Exposition par ingestion 39
4.4 Méthodologie de calcul des risques 39
4.5 Caractérisation des risques sanitaires 41
4.5.1 Caractérisation des risques sanitaires chroniques pour la voie par inhalation 41
4.5.2 Caractérisation des risques sanitaires chroniques pour la voie par ingestion 43
4.6 Synthèse de l'évaluation des risques 44
4.7 Comparaison aux valeurs de gestion des traceurs d'émissions 45
5. Incertitudes et discussions 46
5.1 Evaluation des émissions de l'installation 46

5.2 La modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants 47
5.3 Durée d'exposition 47
5.4 Valeurs toxicologiques de référence 48
5.5 Choix des traceurs de risque et d'activité 48
5.6 Non prise en compte de la pollution de fond 48
Conclusions 49

TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques des rejets canalisés 8
Tableau 2 : Substances retenues par type de rejet et méthode pour la quantification 10
Tableau 3 : Quantification des émissions annuelles par source et par polluant (kg/an) 11
Tableau 4. Répartition de la population des municipalités de l'aire d'étude 14
Tableau 5 : Usage des milieux 21
Tableau 6 : Synthèse des traceurs de risques et VTR retenues 23
Tableau 7: Synthèse des autres valeurs disponibles pour la voie inhalation (µg/m^3) 24
Tableau 8 : Voies d'exposition et cibles retenues pour l'évaluation du risque sanitaire pour les composés rejetés à l'atmosphère 26
Tableau 9 : Traceurs et milieux pertinents pour la caractérisation des milieux 28
Tableau 10 : Exposition des points aux vents du site pendant les mesures « Air » 30
Tableau 11 : Concentrations dans l'air mesurées par GINGER BURGEAP (µg/m^3) 31
Tableau 12 : Concentrations dans les sols superficiels mesurées par GINGER BURGEAP 32
Tableau 13 : Comparaison aux valeurs de gestion pour le milieu « air » 33
Tableau 14 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM (MEDD, 2007) 34
Tableau 15 : Quantification partielle des risques pour les substances dans l'air ambiant 34
Tableau 16 : Quantification partielle des risques pour les métaux dans les sols superficiels 34
Tableau 17 : Substances retenues pour l'EQRS 35
Tableau 18 : Concentrations modélisées dans l'air aux points récepteurs (µg/m^3) – Situation actuelle et future 38
Tableau 19 : Retombées atmosphériques moyennes modélisées aux points récepteurs (µg/m^2/s) – Situation actuelle et future 38
Tableau 20 : Concentrations modélisées de Naphtalène dans l'air aux points récepteurs (µg/m^3) – Situation actuelle 38
Tableau 21 : QD par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Actuelle 41
Tableau 22 : QD par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Future 41
Tableau 23 : ERI par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Actuelle 42
Tableau 24 : ERI par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Future 42
Tableau 25 : QD par substance au point récepteur le plus impacté – Voie ingestion – Situation Actuelle et future 43
Tableau 26 : Excès de risque individuel par substance au point récepteur le plus impacté – Voie ingestion - Situation Actuelle et Future 43
Tableau 27 : Synthèse de l'évaluation du risque sanitaire – Exposition chronique – Situation Actuelle 44
Tableau 28 : Synthèse de l'évaluation du risque sanitaire – Exposition chronique – Situation Future 44
Tableau 29 : Comparaison des concentrations moyennes annuelles modélisées aux valeurs guides ou réglementaires disponibles 45
Tableau 30 : Représentativité des données relatives à l'évaluation des émissions du site 46
Tableau 31 : Complexité et qualité des données d'entrée du modèle 47

FIGURES

Figure 1 : Emprise du site KND 6
Figure 2 : Emplacement des points de rejet atmosphérique 9
Figure 3 : Localisation de la zone d'étude 13
Figure 4 : Localisation des riverains de la zone d'étude 14
Figure 5 : Localisation des ERP dits « sensibles » de la zone d'étude 15
Figure 6 : Rose des vents de la station de Bourges (2022-2024) 16
Figure 7 : Températures et précipitations moyennes de la station de Bourges (2022-2024) 16
Figure 8 : Topographie à proximité du site d'étude 17
Figure 9 : Occupation des sols 17
Figure 10 : Zones de cultures 18
Figure 11 : Axes routiers et ferroviaires présents dans la zone d'étude 19
Figure 12 : Sites industriels présents et passés dans la zone d'étude 20
Figure 13 : Étapes et critères de l'IEM 27
Figure 14 : Emplacement des points de mesure GINGER BURGEAP 29
Figure 15 : Conditions météorologiques sur la station Météo France de Bourges pendant les mesures 30
Figure 16 : Localisation des points récepteurs 36
Figure 17 : Concentrations moyennes annuelles modélisées de Naphtalène en situation actuelle (ng/m^3) 37
Figure 18 : Concentrations moyennes annuelles modélisées de Naphtalène en situation future (ng/m^3) 37
Figure 19 : Extrait du guide de référence INERIS 48

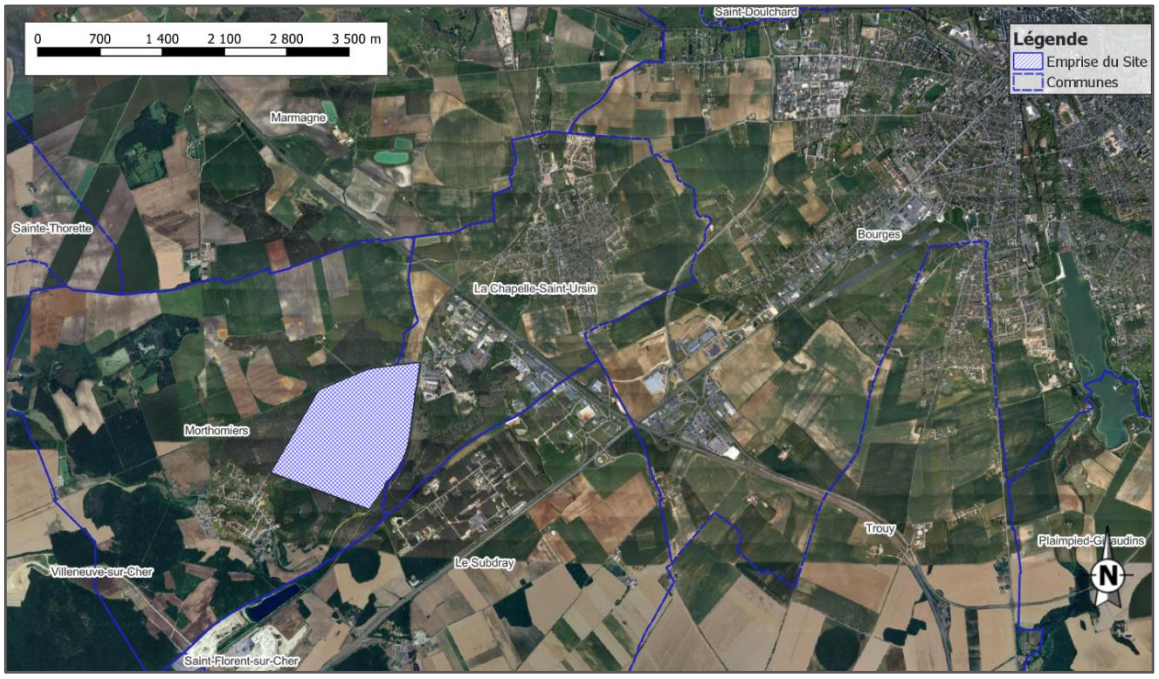
ANNEXES

Annexe 1. Estimation des émissions atmosphériques
Annexe 2. Composition et toxicité des produits utilisés
Annexe 3. Choix des VTR
Annexe 4. Méthodes de prélèvement
Annexe 5. Fiches de Prélèvement
Annexe 6. PV d'analyses
Annexe 7. Principes généraux des calculs d'IEM
Annexe 8. Présentation du logiciel ADMS
Annexe 9. Paramètres de modélisation
Annexe 10. Hypothèses retenues pour l'estimation des doses d'exposition

Introduction

La société KNDS produit sur son site de La Chapelle St Ursin (18) une gamme complète de munitions de chars, d'artilleries et de moyens calibres pour les forces militaires françaises et étrangères.

Figure 1 : Emprise du site KND



Le site va connaitre des modifications d'activités progressives. Le projet comprend notamment :

- Un nouveau bâtiment de filtration/production (276I) ;
- Un nouveau bâtiment de finition quartier artillerie (294A) ;
- Une nouvelle installation de filtration de COV après condensation essence F ;
- De nouvelles installations de dégraissage.

La réalisation de ces projets nécessitent l'élaboration d'un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) dans lequel doit s'intégrer une **Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM)** et une **Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS)[1].**

KNDS a sollicité GINGER BURGEAP afin de réaliser l'IEM/EQRS des **émissions atmosphériques** du site dans sa **configuration actuelle et future.**

Notons qu'une autre étude réalisée en parallèle par GINGER BURGEAP pour le site et qui s'intègrera dans un Porter à Connaissance (PAC).

[1] Une première version partielle de l'EQRS a été transmise à la DREAL en 2025 (Rapport GINGER BURGEAP, APLB.P.0041 - R.01 - v01). Cette version tient compte des remarques demandées.

L'étude est réalisée selon la démarche intégrée définie dans le guide Français de l'INERIS d'août 2013 et mis à jour en septembre 2021 « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées », conforme à la **circulaire du 9 août 2013** relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation. Il vise à apprécier les effets (impacts) potentiellement induits par une installation en activité ou en projet sur la santé des populations voisines.

Afin d'atteindre les objectifs fixés, les outils méthodologiques sont appliqués dans 4 étapes successives :

- **Étape 1** : évaluation des émissions de l'installation ;
- **Étape 2** : évaluation des enjeux et des voies d'exposition ;
- **Etape 3** : interprétation de l'état des milieux ;
- **Étape 4** : évaluation prospective des risques sanitaires.

L'évaluation (quantitative) des émissions des installations est l'étape préalable et indispensable à l'étude d'impact (**étape 1**). Elle consiste à décrire toutes les sources de composés présentes sur les installations et à caractériser leurs **émissions atmosphériques.**

L'évaluation des enjeux et des voies d'exposition (**étape 2**) permet d'établir le schéma conceptuel de l'exposition des cibles aux émissions de l'installation, à travers les relations entre :

- Sources de pollution et substances émises ;
- Les différents milieux et vecteurs de transfert ;
- Les cibles dans les milieux d'exposition identifiées à partir des usages recensés.

L'évaluation de l'état actuel des milieux autour de l'installation (**étape 3**) doit permettre de fixer des priorités pour la suite de l'étude et pour la gestion des émissions de l'installation contribuant à la protection des enjeux identifiés dans le schéma conceptuel. Cette étape se base sur les mesures réalisées dans les milieux d'exposition autour de l'installation et des travaux de modélisation de l'impact des sources.

Enfin, l'impact sanitaire est évalué au travers de calculs de risques (**étape 4**).

Les principaux documents utilisés pour mener à bien cette étude sont :

- La circulaire du 9 Août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation ;
- Le guide de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées » de septembre 2021 ;
- Le guide de l'InVS, 2000 - Analyse du volet sanitaire des études d'impact (guide de lecture) ;
- Le guide du MEDD, 2007 - La démarche d'Interprétation d'Etat des Milieux ;
- Le guide de l'INERIS de Décembre 2021 « Surveillance dans l'air autour des installations classées - retombées des émissions atmosphériques - Impact des activités humaines sur les milieux et la santé » ;
- La note d'information de la Direction Générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

1. Etape 1 : Evaluation des émissions de l'installation

L'évaluation des émissions des installations est l'étape préalable indispensable à la réalisation de l'évaluation des risques sanitaires de l'établissement. Elle consiste à décrire toutes les sources d'émission **atmosphériques (canalisées ou diffuses)** présentes sur le site.

1.1 Activités du site

Le site est spécialisé dans la fabrication d'armes et de munitions. Les rejets recensés concernent principalement les activités de peinture et de traitement des matériaux.

1.2 Inventaire des sources d'émissions atmosphériques

Seuls les rejets canalisés sont pris en compte dans l'étude. Les différents ateliers du site peuvent être à l'origine d'émissions diffuses, notamment de façon fugitive dans les ateliers de peinture. Cependant, il est difficile d'estimer ces flux. Aucune quantification n'a été réalisée. Cet aspect est discuté plus en détail dans les incertitudes.

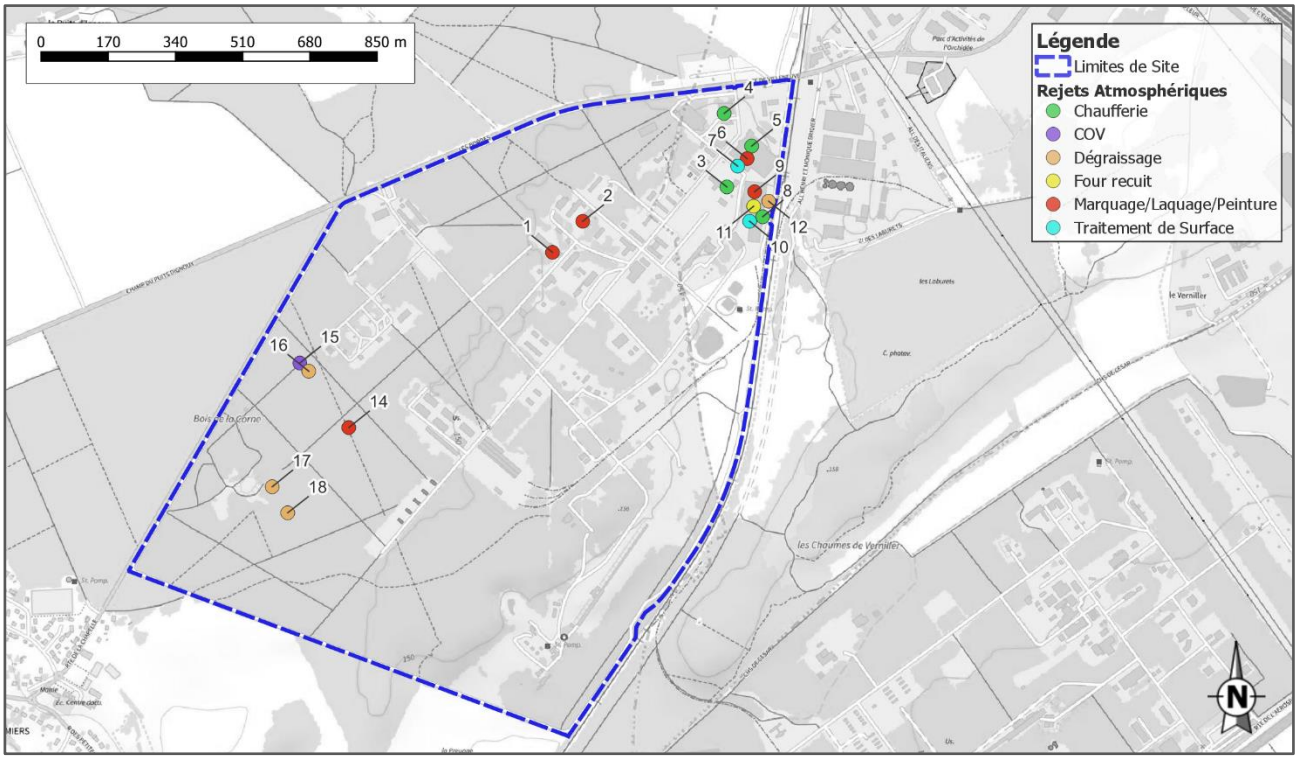
Les caractéristiques des rejets canalisées, d'après les données transmises par KNDS sont présentés ci-après.

Tableau 1 : Caractéristiques des rejets canalisés

Rejets	N°Carte	Nom du Rejet	Température (°C)	Diamètre (m)	Hauteur du rejet (m)	Débit (Nm^3/h)
Existant	1	142F Préparation	22.6	0.5	3	3740
Existant		142F Biofiltre	22.7	0.38	1.5	2460
Existant	2	1C Peinture blanche	21.3	0.35	5	9700
Existant		1C Peinture noire	25.6	0.64	5	7250
Existant	3	41F Chaufferie	110	0.53	15	2600
Existant	4	18S Chaufferie	110	0.2	8	400
Existant	5	10S Chaufferie	110	0.2	8	400
Existant	6	10S Préparation	23.9	0.1	5	221
Existant		10S Application	32.5	0.4	5	2440
Existant	7	10S Laveur TS	28.3	0.55	5	6470
Existant	8	28S Chaufferie	110	0.41	13	2300
Existant	9	28S Laquage aval	21.4	0.55	8	11200
Existant	10	28S Laveur TS	20.1	1	5	33000
Existant	11	Four recuit	110	0.1	8	560
Existant	12	Dégraissage 28S (x 2)	*Pas d'informations disponibles*			
Nouveau		Dégraissage 28S (en plus des existants)	*Pas d'informations disponibles*			
Nouveau	15	276I Filtration Production XP	50	0.5	2.5	500
Nouveau	14	294A Peinture Finition	25	0.4	3	750

Rejets	N°Carte	Nom du Rejet	Température (°C)	Diamètre (m)	Hauteur du rejet (m)	Débit (Nm³/h)
Nouveau	16	276I : Dégraisseuse	*Pas d'informations disponibles*			
Nouveau	17	289I : Dégraisseuse				
Nouveau	18	290I : Dégraisseuse				

Figure 2 : Emplacement des points de rejet atmosphérique



1.3 Quantification des émissions atmosphériques

1.3.1 Méthode de quantification

La quantification des émissions est basée :

- Pour les rejets existants : sur les mesures à l'émission réalisées par Bureau Veritas en 2025 ;
- Pour les nouveaux rejets : sur les VLE applicables aux rejets existants similaires.

Plus d'informations sont disponibles en Annexe 1.

Tableau 2 : Substances retenues par type de rejet et méthode pour la quantification

Rejet	Substances émises	Méthode de quantification
10S Préparation	Composés Organiques Volatils (COV) (assimilé au Xylène)	Mesures à l'émission
10S Application	COV (Xylène)	Mesures à l'émission
10S Laveur TS	Dioxyde de Soufre (SO_2), Poussières, Chrome VI	Mesures à l'émission
28S Laquage aval	COV (Naphtalène)	Mesures à l'émission
28S Laveur TS	Acide Chlorhydrique (HCl), Acide Fluorhydrique (HF), SO_2, Poussières, Chrome VI, Nickel	Mesures à l'émission
1C Peinture blanche	COV (Xylène)	Mesures à l'émission
1C Peinture noire		
142F Préparation	COV (Acide Phosphorique)	Mesures à l'émission
142F Biofiltre	COV (Naphtalène)	Mesures à l'émission
41F Chaufferie	Monoxyde de Carbone (CO), Oxyde d'azote (NOx) assimilé au NO_2, Poussières, SO_2	Mesures à l'émission
18S Chaufferie	NO_2	Mesures à l'émission
10S Chaufferie	NO_2, CO	Mesures à l'émission
28S Chaufferie	NO_2, Poussières, SO_2, CO	Mesures à l'émission
Four recuit	Poussières	Mesures à l'émission
Dégraissage 28S (x 3)	Vapeur d'Eau et COV	*Pas de quantification*
276I Filtration Production XP	COV (Naphtalène)	VLE
294A Peinture Finition	COV (Naphtalène)	VLE
276I : Dégraisseuse	Vapeur d'Eau et COV	*Pas de quantification*
289I : Dégraisseuse		
290I : Dégraisseuse		

Quelques remarques :

◗ Sur les poussières

En l'absence d'informations sur la granulométrie, les poussières ont été considérées comme des poussières PM10.

◗ Sur les COV des ateliers 10S ; 28S, 1C, 142F

En ce qui concerne les COV, les mesures répondent à une demande réglementaire. En termes sanitaires, la famille des Composés Organiques Volatils (COV) ne peut cependant être considérée, chaque composé présentant une toxicité propre. Or KNDS ne dispose pas à date de données de spéciation.

Considérant que les COV émis proviennent des activités de peinture ou de lavage, et ne résultent pas de processus de combustion, les COV totaux pour chaque rejet existant ont été assimilés au COV spécifique le plus toxique présent dans les produits utilisés dans les ateliers (d'après la composition chimique indiquée dans les fiches de sécurité (FDS) transmises par KNDS). Cette approche constitue une approche majorante.

Le détail des produits et la toxicité des composés présents dans ces produits – toxicité évaluée au travers des Valeurs Toxicologique de Référence (VTR) (cf. 2.3.2) - sont précisés en Annexe 2.

◗ **Sur les COV des ateliers 294A, 276I**

Dans le cas de ces nouveaux rejets, il est fait l'hypothèse que les produits seront similaires à ceux actuellement utilisés, ainsi le naphtalène, COV parmi les plus toxiques et un des plus abondants dans les produits a été retenu.

◗ **Sur les COV des dégraisseurs**

Le dégraissage est réalisée à l'aide d'un produit – la BONDERITE - contenu dans une phase aqueuse (à 6%). Les émissions sont principalement de la vapeur d'eau. Aucune mesure ou VLE n'existe qui permettrait de quantifier le flux annuel des émissions.

Au regard de la composition de la BONDERITE (précisée en Annexe 2), soit jusqu'à 40 % d'alcool en C9 – C11 peu toxiques, et d'autres substances pour lesquelles il n'existe pas de VTR, le rejet n'a pas été retenu.

1.3.2 Synthèse des émissions

Ainsi, et conformément à la demande de KNDS, 2 scénarii d'émission ont été étudiés :

- Un scénario actuel avec les rejets existants ;
- Un scénario futur avec les rejets existants et futurs.

Tableau 3 : Quantification des émissions annuelles par source et par polluant (kg/an)

Rejet	Substances émises (assimilé à)	Flux (kg/an)* Situation actuelle	Flux (kg/an)* Situation future
142F préparation	COV (Acide phosphorique)	315	
1C peinture blanche	COV (Xylènes)	748	
1C peinture noire	COV (Xylènes)	623	
28S Laquage aval	COV (Naphtalène)	288	
10S laveur TS	Poussières PM10	8.33	
10S laveur TS	Chrome III	0.01	
10S laveur TS	Chrome VI	0.04	
10S laveur TS	SO2	20.62	
10S laveur TS	Chrome	0.05	
28S laveur TS	HF	13.08	
28S laveur TS	Poussières PM10	137.04	
28S laveur TS	Chrome VI	0.05	*inchangé*
28S laveur TS	SO2	34600.90	
28S laveur TS	HCl	1626.51	
28S laveur TS	Chrome	0.17	
28S laveur TS	Chrome III	0.12	
28S laveur TS	Nickel	0.15	
Chaufferie 41F	NOx	1318	
Chaufferie 41F	Poussières PM10	0	
Chaufferie 41F	SO2	0	
Chaufferie 41F	CO	27	
Chaufferie 18S	NOx	132	
Chaufferie 10S	NOx	495	

Rejet	Substances émises (assimilé à)	Flux (kg/an)* Situation actuelle	Flux (kg/an)* Situation future
Chaufferie 10S	CO	2064	
Chaufferie 28S	NOx	3114	
Chaufferie 28S	Poussières PM10	0	
Chaufferie 28S	SO2	4	
Chaufferie 28S	CO	0	
Four recuit 28S	Poussières	4128	
276I Filtration Production XP	COV (Naphtalène)	-	619
294A Peinture Finition	COV (Naphtalène)	-	413

**sur la base d'un temps de fonctionnement de 8 256 h/an*

2. Etape 2 : Evaluation des enjeux et des voies d'exposition

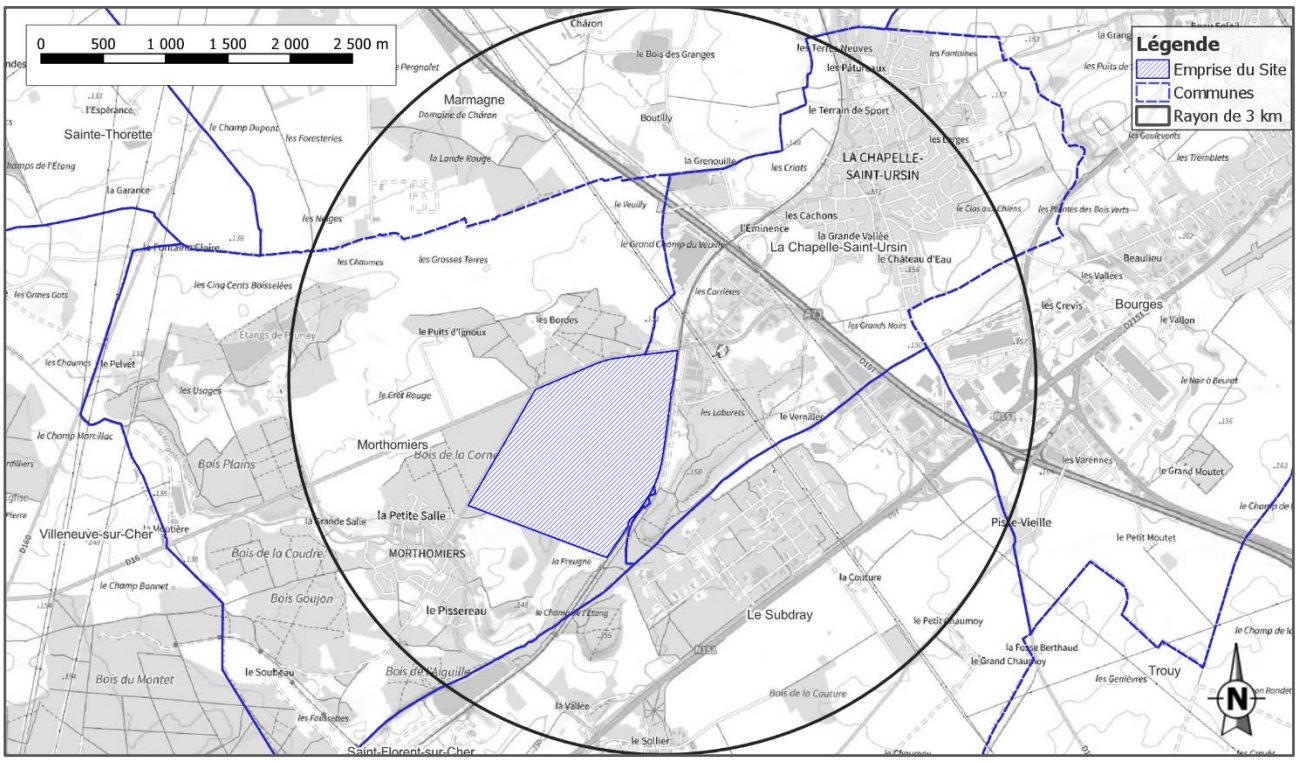
L'objectif de cette étape est de recenser et d'analyser les données pertinentes sur la zone d'étude, afin d'établir un **schéma conceptuel** permettant de représenter les relations entre :

- Les **sources** de pollution et les substances émises (définies dans le chapitre 1) ;
- Les différents **milieux d'exposition** des substances émises, liés aux vecteurs de transfert de ces substances dans l'environnement ;
- Les **voies d'exposition** des cibles que sont les populations environnantes de l'installation.

2.1 Zone d'étude

L'appréciation des effets sanitaires nécessite la définition d'une zone d'étude. Elle doit regrouper les principaux centres de population et autres enjeux d'importance locale. Elle permet à la fois de considérer les zones d'impact maximal théoriques au vu des conditions de rejets mais également d'identifier les principaux milieux à protéger. Dans le cadre de cette étude, cette zone d'étude est délimitée par un **cercle de rayon de 3 kilomètres centré sur le site**.

Figure 3 : Localisation de la zone d'étude



Cette zone d'étude est ainsi étendue sur les communes suivantes : La Chapelle Saint-Ursin, Bourges, le Subdray, Morthomiers, et Marmagne.

2.2 Caractérisation de la zone d'étude

2.2.1 Contexte populationnel

Pour rappel, on considère comme zone d'étude un cercle de 3 km de rayon centré sur le site.

Le tableau ci-après présente les effectifs totaux des populations de l'aire d'étude ainsi que leur répartition par tranche d'âge « sensible » et les types de logements. L'effectif cumulé de ces communes est d'environ 71 000 habitants avec un taux d'habitants de moins de 15 ans de 16 % et un de plus de 60 ans de 29 %.

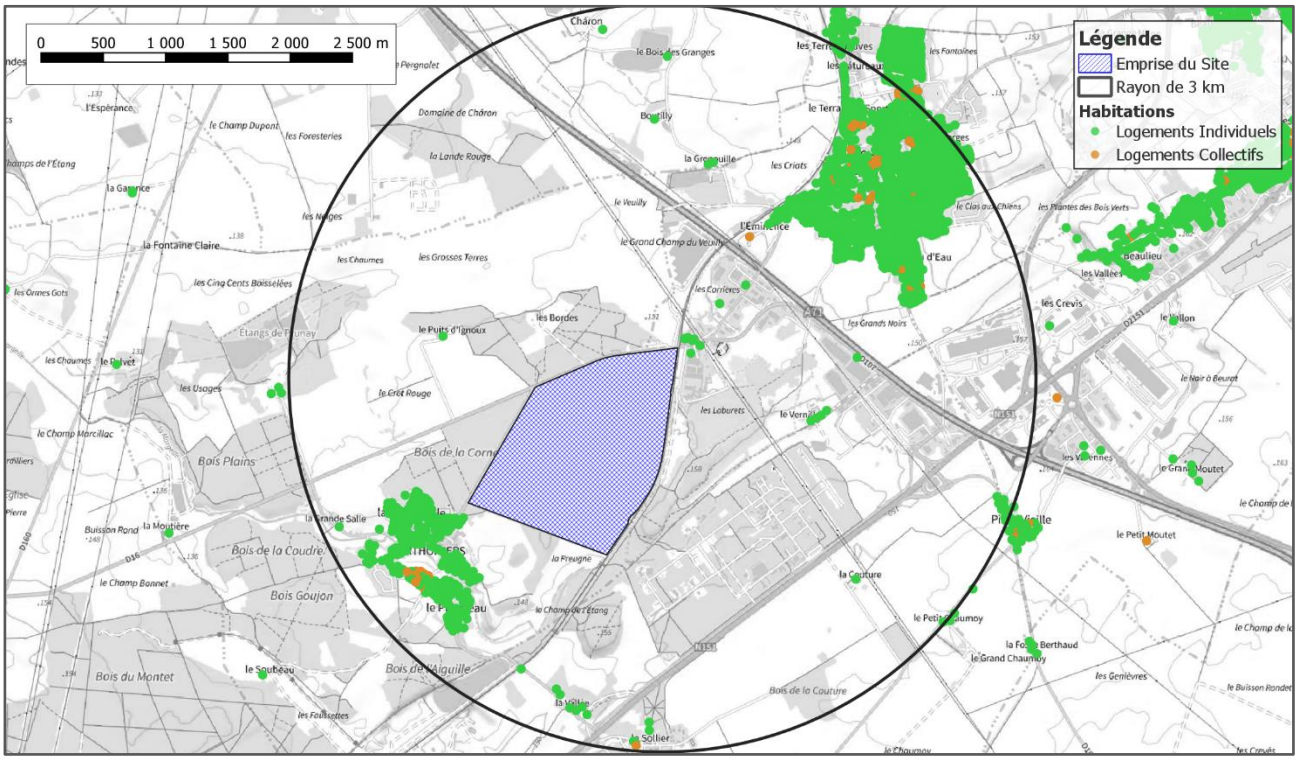
Tableau 4. Répartition de la population des municipalités de l'aire d'étude

Commune	Densité (hab./km²)	Habitants			Logements		
		Total	< 15 ans (%)	> 60 ans (%)	Résidence principale (%)	Appartement (%)	Vacant (%)
La Chapelle-Saint-Ursin	471.5	3 692	18%	29%	96%	3%	3%
Bourges	926.7	63 702	15%	29%	84%	56%	13%
Le Subdray	48.3	979	16%	23%	94%	1%	4%
Morthomiers	54.3	790	20%	19%	95%	0%	5%
Marmagne	50.6	1 905	15%	31%	90%	2%	7%

Source : INSEE, 2022

Les centres urbains les plus proches du site sont situés au Nord-Est à environ 1.5 km du site et au Sud-Ouest à environ 2 km du site. Des habitations sont néanmoins implantées proches de l'installation, au Nord et au Sud, à moins de 300 m du site.

Figure 4 : Localisation des riverains de la zone d'étude

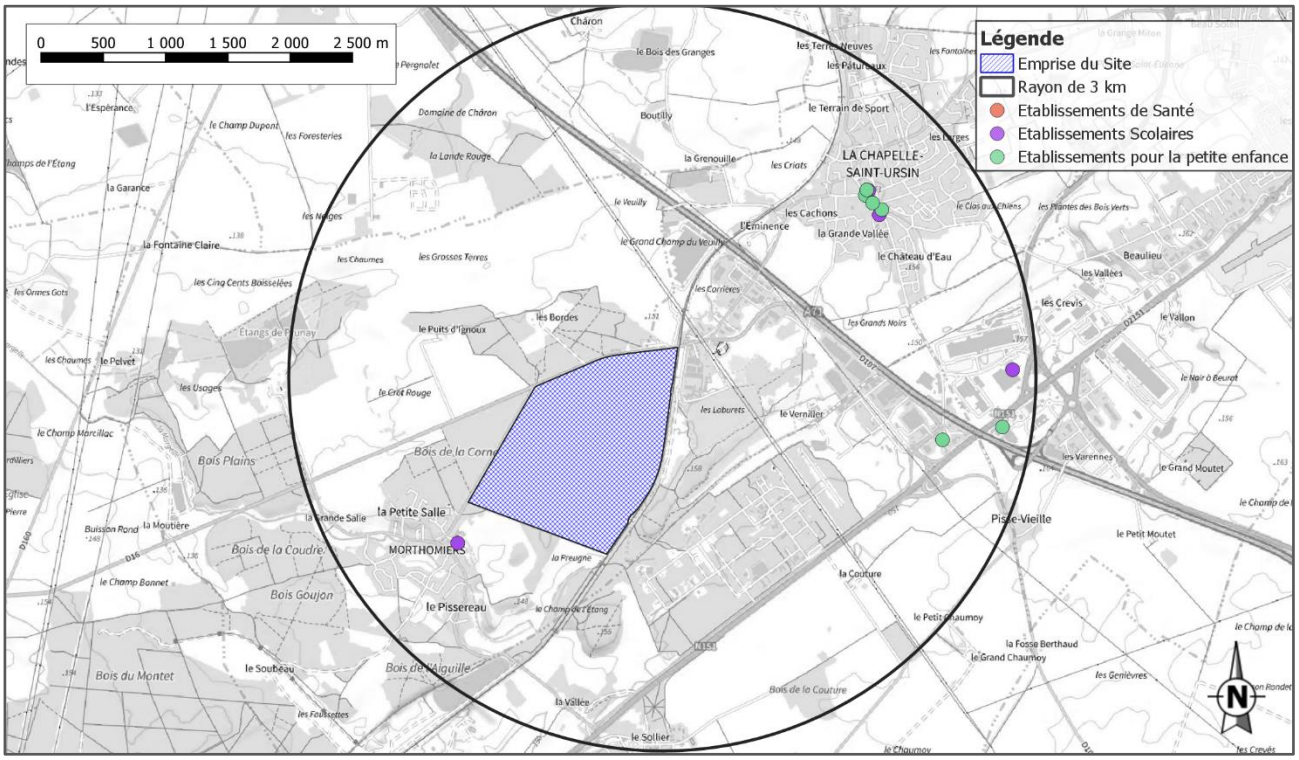


Source : BD TOPO IGN, 2025

Outre la population générale, il convient de recenser les établissements pouvant recevoir des populations dites « sensibles » (compte tenu de leur âge et de leur état de santé) à savoir notamment les crèches, écoles maternelles et primaires, hôpitaux, établissement d'hébergement pour personnes âgées établissements de santé. Les établissements (écoles et établissements de santé) les plus proches sont situés dans les zones urbaines.

Des écoles et des établissements d'accueil des enfants sont implantés dans la zone d'étude, notamment dans les centres urbains de La Chappelle Saint Ursin et de Morthomiers.

Figure 5 : Localisation des ERP dits « sensibles » de la zone d'étude



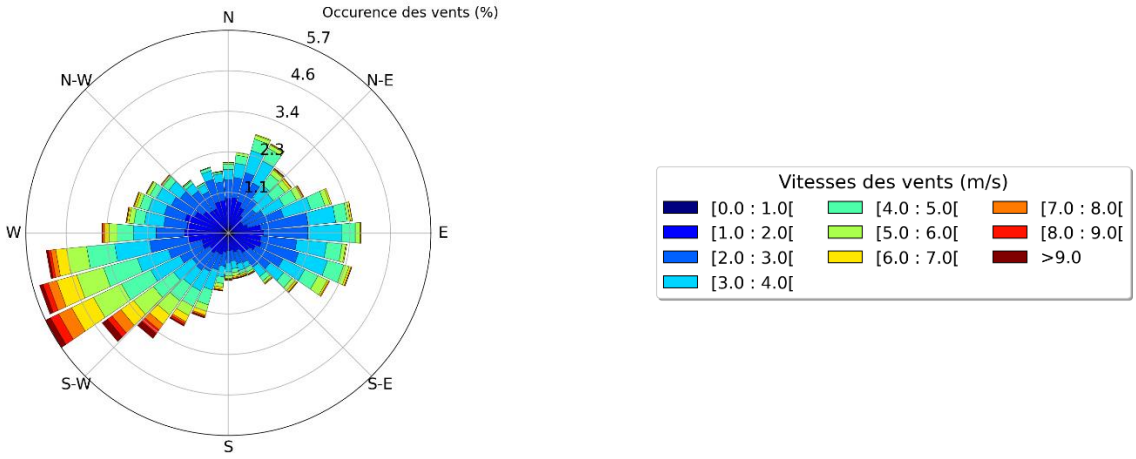
Source : BPE INSEE 2024

2.2.2 Contexte environnemental

2.2.2.1 Conditions météorologiques

Une analyse des conditions de vent observées sur la station Météo France de Bourges, située à 4 km à l'Est du site, est présentée ci-après.

Figure 6 : Rose des vents de la station de Bourges (2022-2024)

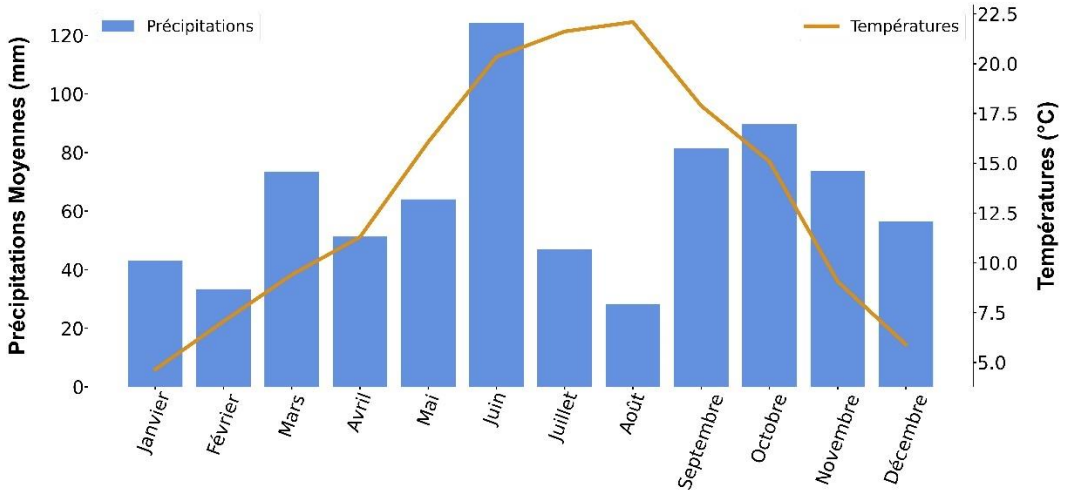


Source : Météo France

La rose des vents est marquée par des vents Ouest-Sud-Ouest et des vents d'Est. Les vitesses sont majoritairement faibles (1 - 3 m/s) (50 % totaux) à modérées (3 – 8 m/s) (42 % totaux).

Les précipitations moyennes annuelles sont de 766 mm/an. Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 5 °C en Janvier et 22 °C en août.

Figure 7 : Températures et précipitations moyennes de la station de Bourges (2022-2024)

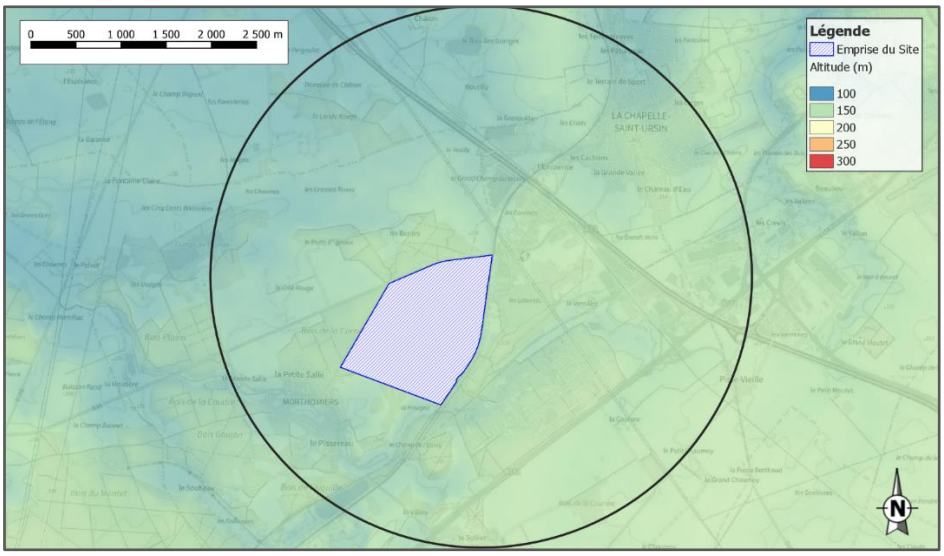


Source : Météo France

2.2.2.3 Relief

Le relief dans l'environnement direct du site est peu marqué.

Figure 8 : Topographie à proximité du site d'étude

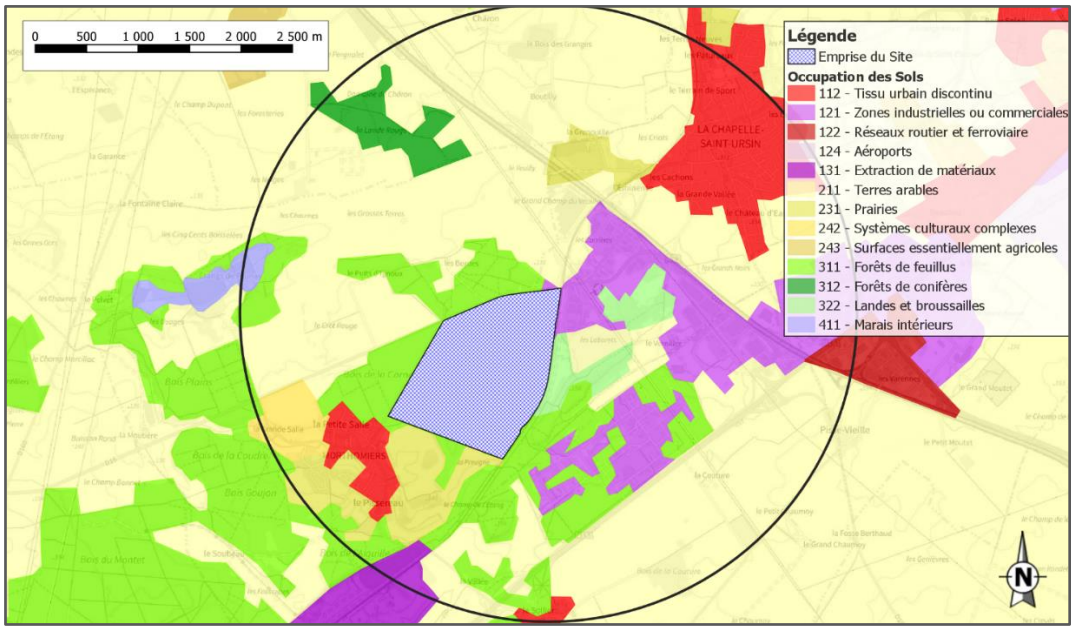


Source : IGN

2.2.2.4 Occupation des sols

Le site est implanté au sein de la zone industrielle Les Orchidées. Des forêts sont situées dans le quart Sud-Ouest de la zone d'étude, et au Nord-Ouest. Le reste de la zone d'étude est couvert principalement par des terres arables et des tissus urbains (centre de la Chapelle Saint Ursin, et Morthomiers.

Figure 9 : Occupation des sols

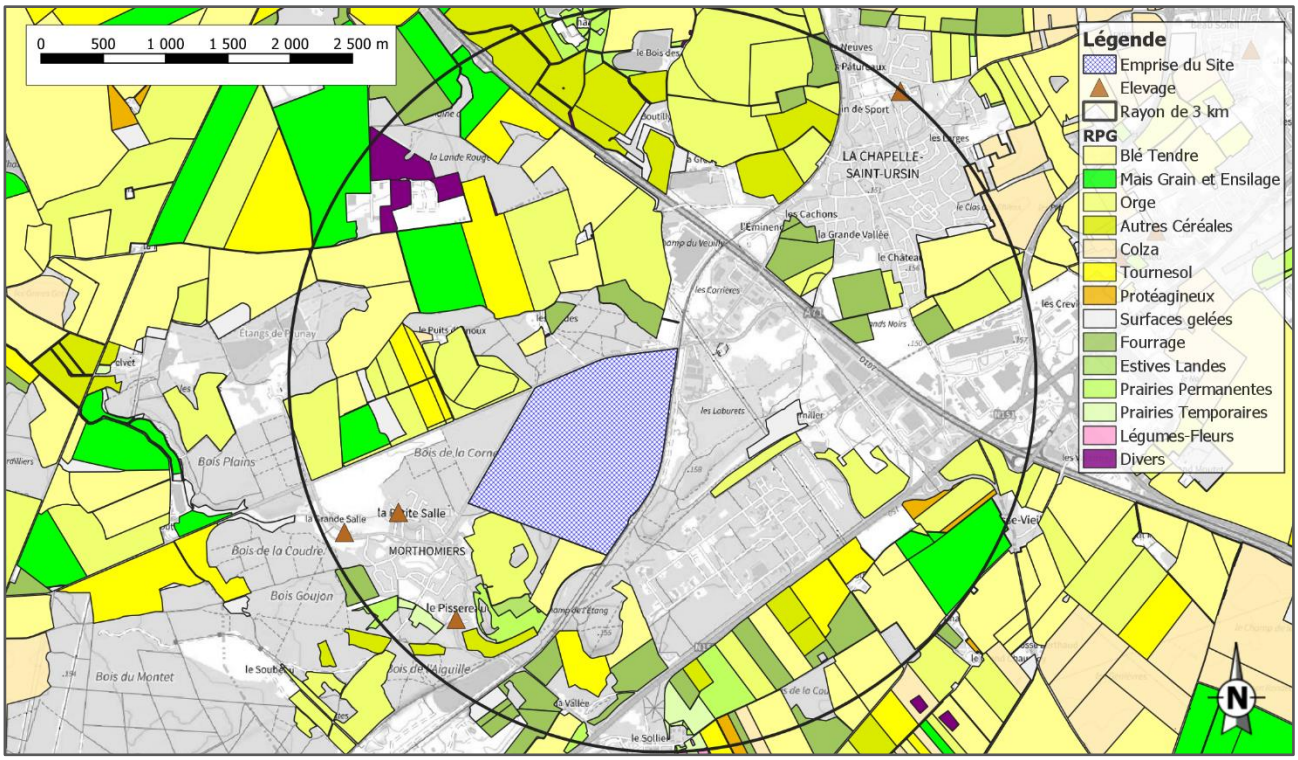


Source : Corine Land Cover, 2018

2.2.2.5 Zones de cultures et d'élevage

De nombreuses parcelles agricoles (culture de céréales et de grains) sont recensées dans la zone. La base SIRENE recense des élevages en périphérie de la zone, au Sud et au Nord de celle-ci. Enfin, les riverains sont susceptibles de disposer de jardins potagers voire de petits élevages (poulaillers).

Figure 10 : Zones de cultures



Source : Registre des Parcelles Agricoles, 2025

2.2.2.6 Autres sources d'émissions potentielles

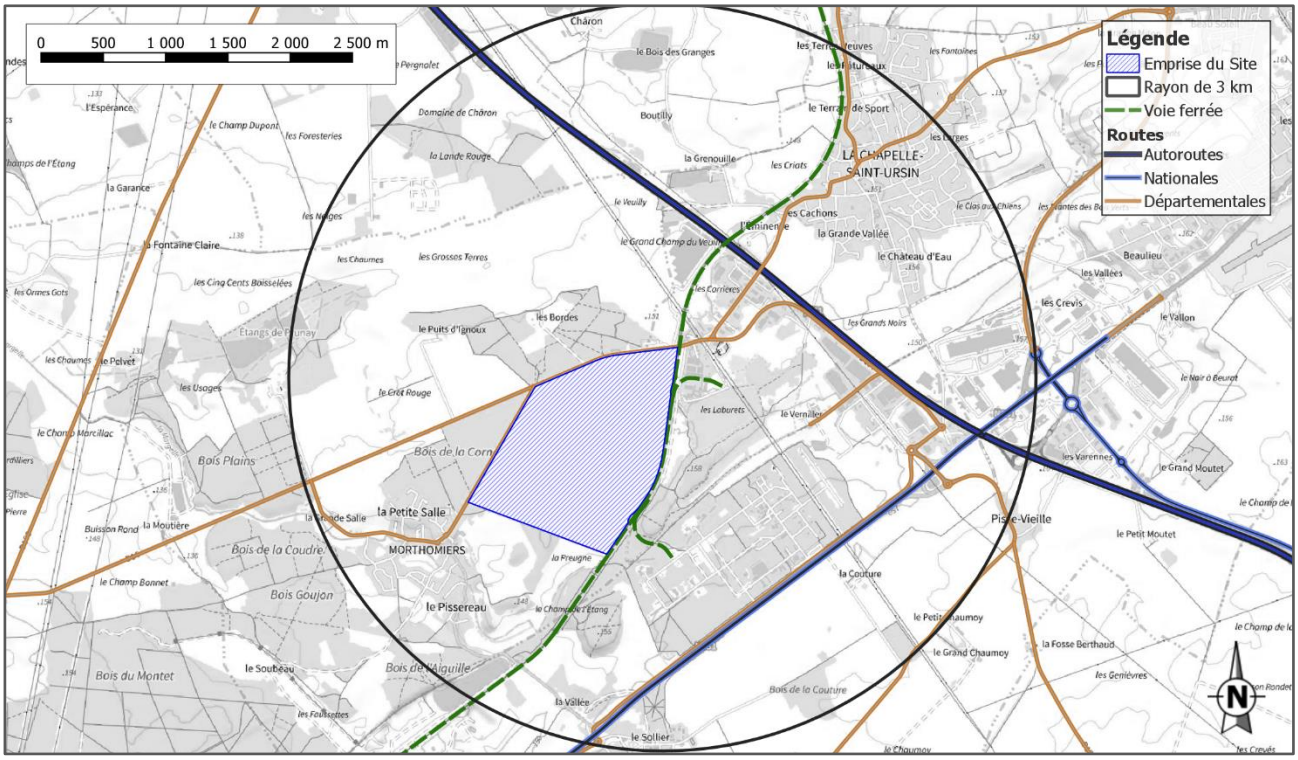
◗ Transports

L'autoroute A71 (au Nord-Est du site) et plusieurs voies départementales (la plus proche, la D16 en bordure de site au Nord) traversent la zone d'étude. Les axes routiers sont susceptibles d'émettre des polluants atmosphériques (notamment les oxydes d'azote, les poussières et certains COV tels que le benzène).

Une voie ferrée traverse également la zone d'étude et longe le site. Les voies ferrées peuvent être à l'origine d'émissions de poussières et de métaux.

Aucun aéroport n'est présent sur la zone d'étude.

Figure 11 : Axes routiers et ferroviaires présents dans la zone d'étude



Source : BD TOPO IGN, 2025

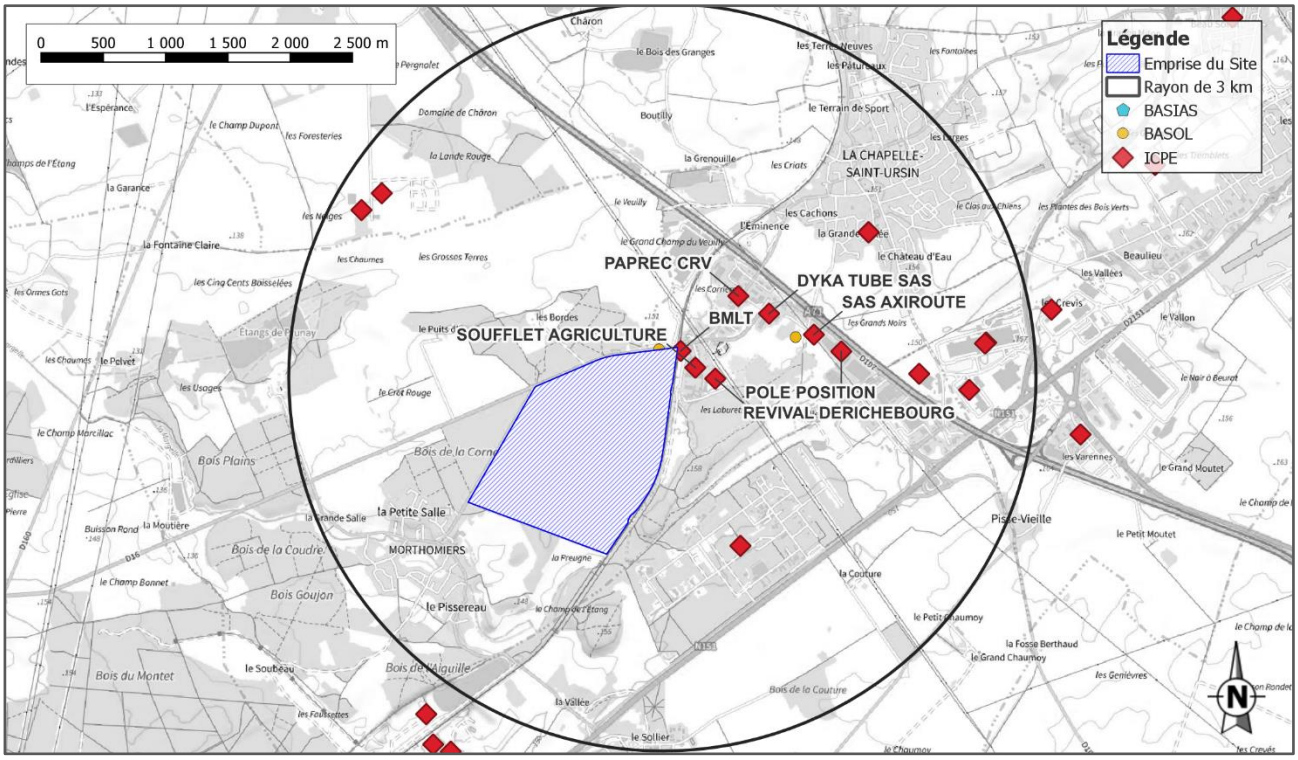
Activités industrielles

Le site est implanté dans la zone industrielle Les Orchidées.

Plusieurs Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) avoisinent le site, notamment DERICHBOURG (récupération de métaux ferreux et non ferreux), PAPREC (Collecte et tri des Déchets) AXIROUTE (Entreprise de Terrassement), SOUFFLET INDUSTRIES (Commerce de céréales), BMLT (BTP) ou encore DYKA (fabrication de produits en caoutchouc).

Des sites BASIAS (Base de données sur les sites industriels et activités de service, en activité ou non) et BASOL (Base de données des sites et sols pollués) sont également recensés dans la zone.

Figure 12 : Sites industriels présents et passés dans la zone d'étude



Source : GEORISQUES

2.2.3 Synthèse des populations et des usages des milieux

Le tableau ci-après récapitule les principaux usages mis en évidence à l'issue de la caractérisation de la zone d'étude pour les milieux retenus.

Tableau 5 : Usage des milieux

Type de rejet	Milieu	Usage des milieux	Cibles
Rejets atmosphériques	Air	Présence de riverains à proximité dont des populations sensibles et de travailleurs des sites industriels voisins	Résidants (adulte, enfant) et travailleurs
	Sols	Présence d'habitations et de populations sensibles sur la zone d'étude susceptibles de disposer de jardins et d'aires de jeux, de jardins potagers et/ou de petits élevages	Résidants (adulte, enfant)
	Végétaux	Présence d'habitations et de populations sensibles sur la zone d'étude susceptibles de disposer de jardins potagers	Consommateurs de végétaux locaux (adulte, enfant)
		Présence de parcelles agricoles	
	Animaux	Présence d'habitations sur la zone d'étude susceptibles de disposer de petits élevages	Consommateurs de produits d'origine animale locaux (adulte, enfant)
		Présence possible d'élevage	

2.3 Choix des substances d'intérêt

Les substances d'intérêt peuvent être :

- **Des traceurs de risque**, soit des substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Ces traceurs sont considérés pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires. Les critères de sélection principaux concernant ces traceurs de risque sont la toxicité de la substance, en particulier sa valeur toxicologique de référence, ainsi que le flux émis vers les milieux environnementaux.
- **Des traceurs d'émission**, soit des substances susceptibles de révéler une contribution de l'installation aux concentrations mesurées dans l'environnement, et éventuellement une dégradation des milieux attribuable à ses émissions. Ces traceurs sont considérés pour le diagnostic et l'analyse des milieux et lors de la surveillance environnementale. Le critère principal de sélection concernant ces traceurs d'émissions est le flux émis vers les milieux environnementaux.

Le choix des substances d'intérêt est principalement basé sur :

- Le potentiel de transfert vers les milieux d'exposition liés aux usages constatés (devenir dans l'environnement) ;
- La toxicité de la substance ;
- Les flux émis de la substance vers les milieux environnementaux.

2.3.1 Potentiel de transfert

Au regard des sources d'émissions et des caractéristiques des composés émis, les voies de transfert potentielles jugées pertinentes pour les composés quantifiés sont les suivantes :

- Dispersion atmosphérique des composés gazeux et particulaires ;
- Dépôts au sol des composés particulaires ;
- Transfert des composés particulaires vers les végétaux après dépôt. Le transfert vers les espèces animales n'est pas retenu compte tenu qu'aucune substance étudiée n'est lipophile – c'est-à-dire de nature à s'accumuler dans les graisses.

2.3.2 Toxicité des composés

La toxicité d'une substance peut être caractérisée, d'une part par son classement, d'autre part par les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR). Une VTR est un repère toxicologique permettant de quantifier un risque pour la santé humaine en mettant en relation quantitativement un niveau d'exposition à une substance (ou « dose ») et une incidence observée de l'effet critique (ou « réponse »). Cette appellation de VTR regroupe ainsi toutes les relations quantitatives entre une dose d'exposition et la **possibilité d'apparition d'un effet (effet à seuil)** ou d'une **probabilité d'effet (effet sans seuil)**, dont la distinction est proposée ci-dessous :

- Pour les **effets à seuil**, une VTR désigne la dose **en deçà de laquelle la survenue d'un effet n'est pas attendue**. Les substances chimiques « à seuil » sont ainsi les substances pour lesquelles il n'est pas observé d'effet néfaste en dessous d'une certaine dose administrée. Cette catégorie recouvre essentiellement les effets systémiques y compris les effets sur la reproduction, et les effets cancérogènes non génotoxiques. Elle s'exprime dans la même unité que l'exposition (mg/m^3 pour une exposition par inhalation, mg/(kg.j) pour une exposition par ingestion).
- Pour les **effets sans seuil**, une VTR (appelée excès de risque unitaire, ou ERU) désigne la **probabilité supplémentaire de survenue d'un effet** (le plus souvent cancérogène génotoxique) **par rapport à un sujet non exposé,** pour une unité d'exposition. Les substances chimiques « sans seuil » sont ainsi des substances pour lesquelles un effet peut apparaître quelle que soit la dose administrée, et concerne principalement les cancérogènes génotoxiques. Elle s'exprime dans l'unité inverse de l'exposition $(mg/m^3)^{-1}$ pour une exposition par inhalation, et $(mg/(kg.j))^{-1}$ pour une exposition par ingestion).

Notons qu'une même substance peut avoir des effets « à seuil » et « sans seuil », il s'agit alors de deux mécanismes d'action différents pour des organes différents voire pour le même organe.

Les VTR sont sélectionnées selon les recommandations de la note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués. Le choix de VTR est décrit en Annexe 3.

2.3.3 Sélection des substances d'intérêt

2.3.3.1 Traceurs de risque

Les substances retenues comme traceurs de risque sont l'ensemble des substances quantifiées présentant une VTR. Elles sont présentées dans le tableau ci-après

Tableau 6 : Synthèse des traceurs de risques et VTR retenues

Substance	Voie d'exposition : inhalation					
	Effets toxiques à seuil			Effets toxiques sans seuil		
	VTR (µg/m³)	Organe cible	Source	ERUi (µg/m³)⁻¹	Type de Cancer	Source
HCl	**20**	Système respiratoire	US EPA 1995	-	-	-
HF	**14**	densité osseuse	OEHHA 2003 retenu par INERIS, 2011	-	-	-
H_3PO_4	**10**	Système respiratoire	US EPA 1994	-	-	-
Xylènes	**100**	Système Nerveux	US-EPA (2003) retenu par Anses, 2020	-	-	-
Naphtalène	**37**	Système respiratoire	Anses, 2013	**5.60E-06**	Neuroblastome de l'épit, olfactif	Anses, 2013
Ni	**0.23**	Système respiratoire	TCEQ, 2011 retenu par Anses, 2018	**1.70E-04**	Pulmonaire et larynx	TCEQ, 2011 retenu par Anses, 2018
Cr VI	**0.03**	Poumons	US-EPA, 2024	**1.10E-02**	Poumons	US-EPA, 2024, sans application ADAF
Cr III	**5**	Système respiratoire	ATSDR 2012, retenue par INERIS 2022	-	-	-

Substance	Voie d'exposition : ingestion					
	Effets toxiques à seuil			Effets toxiques sans seuil		
	VTR (mg/kg/j)	Organe cible	Source	ERUo (mg/kg/j)⁻¹	Type de Cancer	Source
Ni	**0.013**	Effets reprotoxiques	EFSA, 2020	**-**	-	-
Cr VI	**0.0009**	Système digestif	OMS, 2013	**1.60E-01**	Adénomes et carcinomes de l'intestin grêle	OEHHA, 2011 retenu par Anses, 2018
Cr III	**0.3**	-	EFSA, 2014 retenu par Anses, 2016	**-**	-	-

2.3.3.2 Traceurs d'émission (ou d'activité)

Bien qu'ils ne soient pas spécifiques au site, les PM10, le NO_2, et le SO_2 sont des polluants de l'air pour lequel l'Organisation Mondiale pour la Santé et l'Union Européenne portent une attention toute particulière.

Ils ne présentent pas de VTR permettant de quantifier le risque, mais néanmoins d'autres valeurs que les valeurs toxicologiques de référence (valeurs guides de l'OMS, valeurs réglementaires, objectifs de qualité) peuvent être utilisées pour estimer l'impact de ces substances sur les populations voisines. Ces valeurs ne sont en aucun cas (conformément à la note d'information DGS/DGPR d'octobre 2014) utilisées pour évaluer le risque. Ces valeurs appelées valeurs de comparaison constituent des critères de gestion, et seront interprétées dans le paragraphe relatif à la caractérisation qualitative des risques.

Tableau 7: Synthèse des autres valeurs disponibles pour la voie inhalation (µg/m³)

Substance	Valeur réglementaire			Valeur guide OMS
	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	Objectif de qualité	Valeurs réglementaires en 2030	
PM10	40	30	20	15
NO_2	40	40	20	10
SO_2	-	50	20	-

2.4 Conceptualisation de l'exposition

Un risque est défini par :

- Une source de pollution ;
- Un vecteur de transfert lié aux usages ;
- Une voie d'exposition en fonction des populations ;
- Des enjeux (cibles et usages des milieux).

Si l'un de ces éléments n'existe pas, alors il y a absence de risque.

2.4.1 Les sources de pollution

Le site est émetteur de composés gazeux et particulaires dans l'air comme décrit précédemment pour les activités actuelles et futures (voir Tableau 3). Ceci constitue des **sources de pollution**.

2.4.2 Les vecteurs de transfert

Les différents vecteurs (ou voie de transfert) possibles identifiés sont la dispersion atmosphérique des polluants ainsi que leur dépôt au sol et leur passage éventuel dans la chaine alimentaire en fonction de leurs caractéristiques physiques (bioaccumulation, …).

2.4.3 Les voies d'exposition

Les voies d'exposition des populations aux polluants émis par l'installation dépendent du milieu environnemental récepteur (émissions atmosphériques pour cette étude), des propriétés des polluants émis et des usages des milieux dans lesquels les polluants sont susceptibles de se disperser et de se transférer. Il existe 2 voies d'exposition principales[2] : l'exposition par **inhalation** et par **ingestion.**

- Exposition par inhalation :
  - Pour les polluants atmosphériques restant à l'état gazeux, les effets pertinents correspondent à des expositions par inhalation uniquement (voie respiratoire) ;
  - Pour les polluants atmosphériques particulaires, l'exposition par inhalation est considérée lorsque les particules sont « inhalables », c'est-à-dire que le diamètre des polluants particulaires est inférieur à 10 µm.
- Exposition par ingestion : Pour les polluants atmosphériques particulaires, au vu de la caractérisation de l'environnement et des usages, l'exposition par ingestion est pertinente à travers le dépôt des particules au sol, et la contamination potentielle de la chaîne alimentaire (végétaux).

2.4.4 Cibles et scénarios d'exposition

Les cibles sont les populations riveraines potentiellement exposées de façon **chronique** aux émissions atmosphériques du site. Compte tenu de l'environnement du site, nous prenons comme cible la population adulte et enfant la plus proche du site résidant ou travaillant dans sa zone d'influence.

Les cibles à considérer sont donc définies de la façon suivante :

- **Des enfants résidant dans les logements**. L'âge des enfants résidant au droit du site est supposé être compris entre 0 et 6 ans, ces enfants sont considérés comme présents 24h/jour, 365 jours par an, à leur domicile, dans une approche majorante. Pour les enfants, le temps d'exposition sera pris égal à 6 ans.
- **Des adultes résidant dans les logements**. Nous considérerons dans la présente étude que ces adultes sont présents 24 h/jour, 365 jours par an à leur domicile, dans une approche majorante. La durée d'exposition sera prise égale à 30 ans. Cette durée est préconisée par l'INERIS et l'Observatoire des pratiques de l'évaluation des risques.
- **Des adultes travaillant dans les entreprises voisines de l'installation et habitant dans la zone**. Nous considérerons dans la présente étude que ces adultes sont présents 20% du temps (8h/jour, 218 jours par an) sur le lieu de travail, et 80 % du temps dans leur domicile situé dans la zone d'étude, et dans une approche majorante également sur une durée de 30 ans.

En l'absence d'informations pertinentes sur le transfert des polluants de l'air extérieur vers l'air intérieur, nous considérons que les concentrations dans l'air intérieur et dans l'air extérieur sont équivalentes. Par conséquent, nous ne distinguerons pas le temps passé à l'intérieur des habitations du temps passé à l'extérieur.

[2] L'exposition par voie cutanée n'étant pas retenue, généralement négligeable par rapport à l'ingestion de sol

2.4.5 Synthèse de l'élaboration du schéma conceptuel

Pour rappel, le schéma conceptuel a pour objectif de préciser les relations entre les sources de pollution et les substances émises, les différents milieux et vecteurs de transfert, les milieux d'exposition et leurs usages. Si l'un de ces éléments n'existe pas, alors il y a absence de risques.

Tableau 8 : Voies d'exposition et cibles retenues pour l'évaluation du risque sanitaire pour les composés rejetés à l'atmosphère

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">Sources = Rejets atmosphériques</th><th colspan="4">Vecteur ou voie de transfert possible</th></tr>
<tr><th>Dispersion atmosphérique</th><th>Dépôt au sol</th><th>Passage via la chaine alimentaire : végétaux</th><th>Passage via la chaine alimentaire : produits animaux</th></tr>
<tr><td colspan="2">Polluants gazeux NO_2, SO_2, HCl, HF, COV</td><td>Oui</td><td colspan="3">Non : Composés restant à l'état gazeux</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Polluants particulaires</td><td>Poussières PM10</td><td rowspan="2">Oui :
Considérée lorsque les particules sont dites « inhalables » (diamètre inférieur ou égal à 10 µm)</td><td rowspan="2">Oui :
Dépôt au sol sec et humide (effet des précipitations)</td><td colspan="2">Non : Pas de transfert considéré vers ces matrices</td></tr>
<tr><td>Métaux</td><td>Oui :
Composés hydrophiles capables de passer dans les végétaux par la voie racinaire.</td><td>Non :
Composés peu ou pas lipophiles ne s'accumulant pas dans les tissus riches en graisses</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Enjeux à protéger</td><td>Habitations à proximité</td><td>Présence de maisons individuelles
Présence d'espaces verts au droit de certaines écoles
Aires de jeux et terrains de sport</td><td>Présence de jardins (maisons individuelles) / parcelles agricoles dans le périmètre d'étude</td><td>Présence de jardins (maisons individuelles) / élevages dans le périmètre d'étude</td></tr>
<tr><td>Riverains (enfants et adultes)</td><td>Riverains (enfants et adultes)</td><td>Riverains consommateurs des végétaux locaux</td><td>Riverains consommateurs des matrices animales locales</td></tr>
<tr><td colspan="2">Voies d'exposition retenues</td><td>Inhalation</td><td>Ingestion de sol</td><td>Ingestion de végétaux locaux</td><td>-</td></tr>
</table>

3. Étape 3 : Évaluation de l'état des milieux

3.1 Objectifs

L'évaluation de l'état des milieux doit permettre de fixer des priorités pour la gestion des émissions de l'installation contribuant à la protection des enjeux identifiés dans le schéma conceptuel. Pour cela, l'évaluation se base sur les mesures réalisées dans les milieux d'exposition autour de l'installation pour :

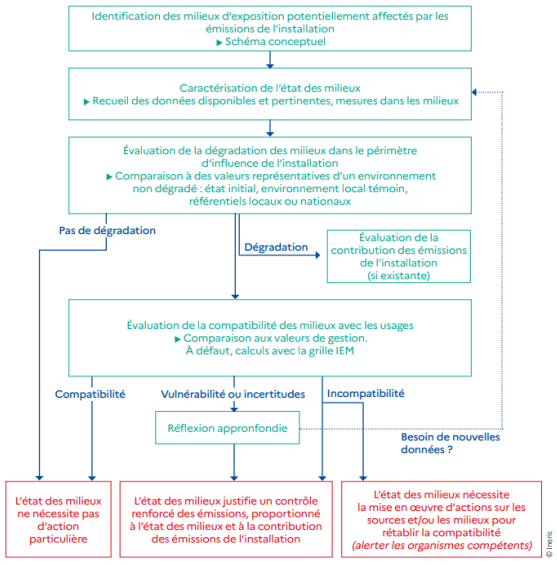
- Dans le cas d'une installation nouvelle : définir l'état initial des milieux, état de référence «historique» de l'environnement ;
- Dans le cas des installations existantes : déterminer si les émissions passées et présentes de l'installation contribuent à la dégradation des milieux ;
- Dans tous les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

Pour répondre à ces objectifs, l'étude s'appuie sur l'outil **d'Interprétation de l'état des milieux**, décrite par l'INERIS en 2021 et dont le schéma suivant décrit les étapes successives et « La démarche d'Interprétation de l'Etat des Milieux » du Ministère en charge de l'environnement version 0 mis en application le 8/02/07.

L'interprétation doit permettre de répondre aux deux questions suivantes :

- Une dégradation des milieux situés sous l'influence de l'installation est-elle visible en comparaison de l'environnement local témoin, pour les composés identifiés comme traceurs ;
- Si une dégradation est identifiable, les milieux concernés sont-ils compatibles avec les usages recensés.

Figure 13 : Étapes et critères de l'IEM



Source : INERIS, 2021

3.2 Méthodologie

L'interprétation des mesures réalisées repose donc sur une comparaison successive à :

- L'état naturel de l'environnement, celui-ci se composant d'un bruit de fond « naturel » et d'un bruit de fond anthropique lié à l'activité humaine non spécifique au site ;
- Les valeurs de référence pour la gestion pertinente des milieux.

Lorsque la comparaison à l'état des milieux naturels montre une dégradation des milieux et que les valeurs de gestion ne sont pas disponibles, la question de savoir dans quelle mesure cet état dégradé des milieux peut compromettre ou non son usage se pose.

Dans ce cas, l'interprétation repose sur la réalisation d'un calcul d'EQRS (évaluation quantitative des risques sanitaires) tel que décrit dans le guide du Ministère chargé de l'environnement avec une grille de calcul et une interprétation des résultats spécifique.

3.3 Caractérisation des milieux

3.3.1 Substances et milieux pertinents

Les substances et milieux pertinents sont définis en fonction des caractéristiques des émissions, de l'environnement et des activités à l'aide du schéma conceptuel. La caractérisation des milieux porte sur les traceurs de risque et traceurs d'émission sélectionnés préalablement.

Les substances identifiées sont des traceurs gazeux et particulaires. Les milieux récepteurs concernés sont l'air, les sols, et les végétaux.

Comme recommandé par l'INERIS, les mesures réalisées dans le cadre de l'IEM **doivent être proportionnées aux enjeux du site**. Ainsi en première approche, les mesures dans les végétaux ne sont pas retenues. En outre, les substances particulaires n'ont été mesurées que dans la matrice « sol ».

Aussi, l'IEM ayant été réalisée en amont de l'inventaire des émissions : l'acide phosphorique retenu comme traceur de risques n'a pas été mesuré.

Compte tenu des niveaux de risque auxquels ont abouti cette étude (cf. 4.6), cette approche est adaptée aux impacts du site.

Tableau 9 : Traceurs et milieux pertinents pour la caractérisation des milieux

Composés	Air	Sols superficiels (0 – 5 cm)	Végétaux
Composés Gazeux NO_2, SO2, HF, HCl Xylène Ethylbenzène Toluène Naphtalène	X		
H_3PO_4	*Non mesuré*		
PM10	X		
ETM Chrome VI Nickel	*Non mesuré*	X	*Non mesuré*

X : milieu pertinent pour la substance et mesuré dans le cadre de la campagne

En gris foncé : substance non-concernée par ce milieu/cette matrice.

En gris clair : milieu pertinent pour la substance mais non-mesurée en première approche.

Notons que l'éthylbenzène et le toluène sont contenus dans les produits utilisés par le site à l'origine d'émissions de COV. Dans le cadre de l'IEM, les mesures de ces substances sont présentées. En revanche, et comme présenté au chapitre 1.3, dans le cadre des calculs de risque, les COV ont été assimilés aux Xylènes et au Naphtalène.

3.3.2 Données existantes

Il n'existe pas, selon les informations à disposition de GINGER BURGEAP, de données existantes permettant de caractériser les teneurs des différents composés dans les matrices environnementales listées ci-dessus.

L'Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) locale, LIG'AIR, ne met pas à disposition de stations de mesures sur la commune de La Chapelle St-Ursin. Les stations de mesures les plus proches se situées dans le centre-ville de Bourges.

Dans ce contexte, une campagne de mesures complémentaires a été mise en œuvre par GINGER BURGEAP au cours de l'été 2025.

3.3.3 Campagnes de mesures complémentaires

◗ Mesures mises en œuvre

La campagne de mesures complémentaires s'est déroulée entre les **23 Juin et le 07 Juillet 2025** avec :

- La mesure des **concentrations dans l'air ambiant** de HF, HCl, Naphtalène, Xylènes, Ethylbenzène, Toluène, NO_2, SO_2, PM10 retenus comme traceurs de risque ou d'émission ;
- La mesure des teneurs en métaux (Nickel, Chrome VI) dans les **sols superficiels.**

Les prélèvements dans l'air ambiant des **composés gazeux** ont été réalisés sur **supports passifs Radiello®.** Les analyses ont été réalisées par le laboratoire TERA Environnement. Les PM10 ont été analysés par **micro-capteurs**.

Les prélèvements de sols ont été réalisés par un technicien GINGER BURGEAP le 30 Juin 2025. La méthodologie mise en œuvre et les fiches de prélèvements sont consultables respectivement en Annexes 4 et 5. Les analyses ont été réalisées par le laboratoire MICROPOLLUANT TECHNOLOGIES.

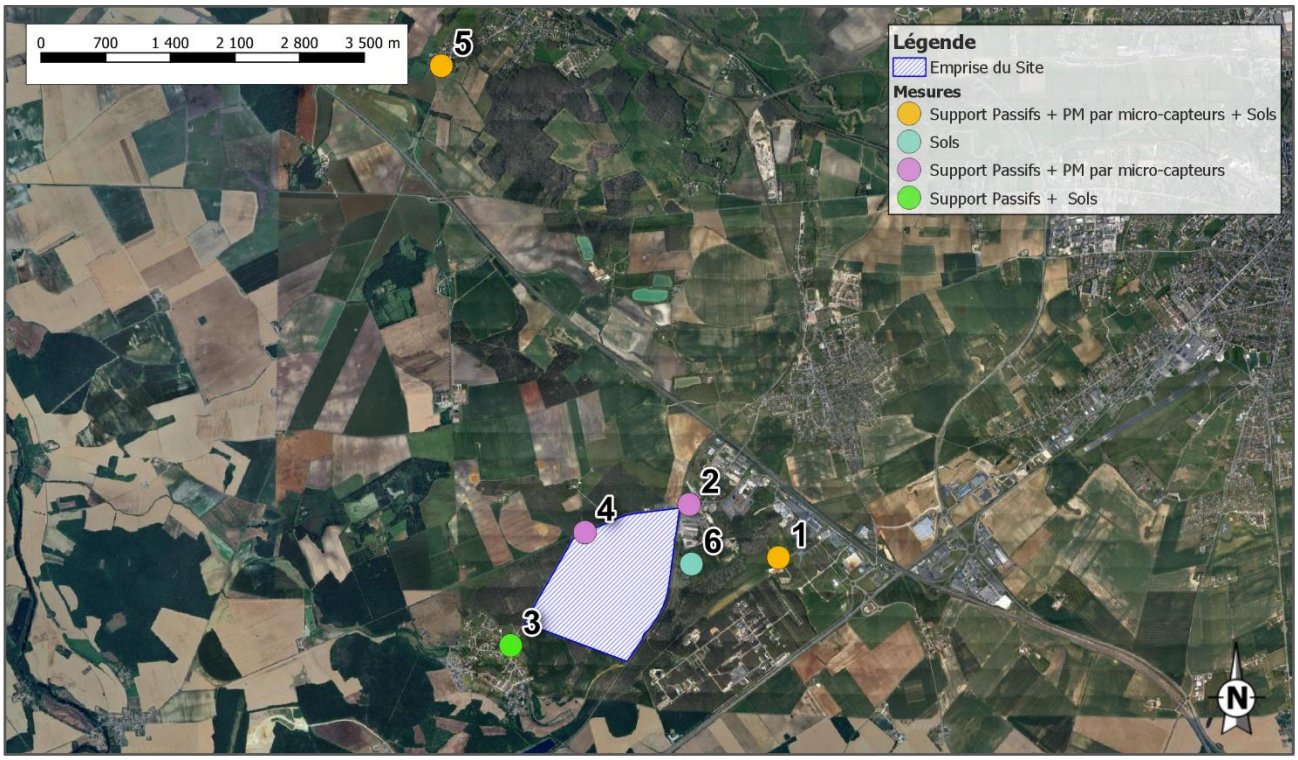
Les méthodes, les fiches de prélèvement et les bulletins d'analyse associés à ces mesures sont consultables respectivement en Annexe 4, 5 et 6.

Notons que des mesures de HAP, PCDD/Fs dans les sols superficiels, et des concentrations dans l'air ambiant de Benzène, ont également été réalisés. Ces substances ne sont pas recensés dans l'inventaire d'émissions et ne font pas l'objet d'une analyse détaillée dans le corps du document. Néanmoins les résultats sont disponibles dans les PV d'analyse en Annexe 6.

◗ Emplacement des points de mesures

Six emplacements ont été retenus parmi lesquels 1 point en dehors de la zone d'influence des émissions du site (d'après la rose des vents annuels) représentatif de l'Environnement Local Témoin (ELT, Point 5).

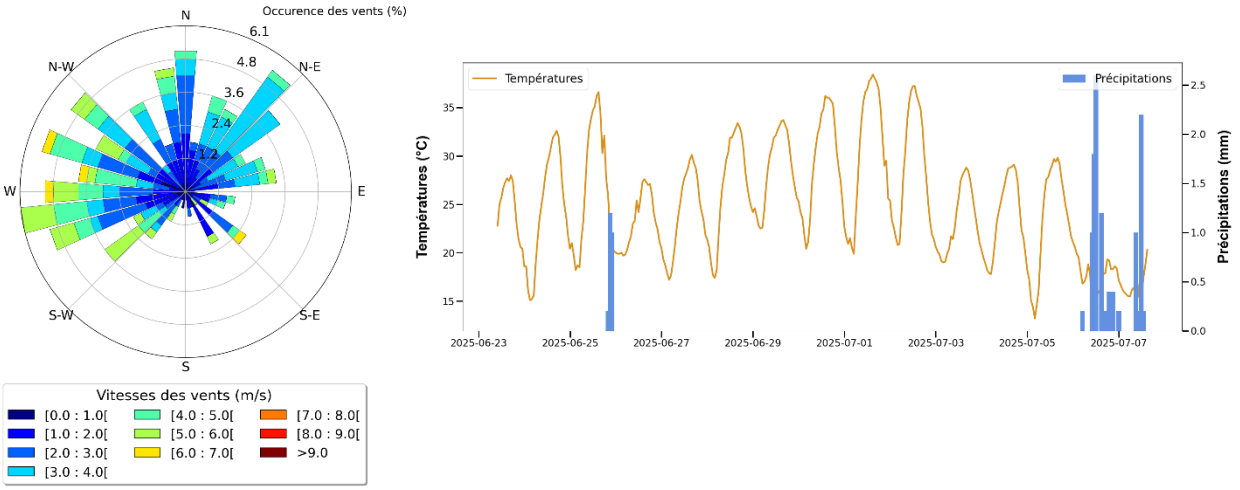
Figure 14 : Emplacement des points de mesure GINGER BURGEAP



◗ Conditions météorologiques

Les conditions météorologiques rencontrées durant la campagne de mesures relevées sur la station météorologique de Bourges sont présentées ci-après.

Figure 15 : Conditions météorologiques sur la station Météo France de Bourges pendant les mesures



Source : Météo France

Les conditions de température étaient plus élevées que les normales saisonnières (25 °C en moyenne contre 20 - 22 °C habituellement en Juin et Juillet). Les précipitations étaient faibles pendant la campagne, 14 mm de précipitations, principalement au cours des derniers jours de campagne. Il tombe habituellement entre 125 et 50 mm au cours des mois de Juin et Juillet.

Les vents étaient principalement de secteur Nord, de vitesses faibles (1 – 3 m/s) à modérées (3 – 8 m/s). Les vents forts de secteur Sud-Ouest de la rose des vents annuels n'étaient donc pas observés.

Le tableau ci-après présente les expositions des points aux vents du site, au cours de l'année et pendant les mesures.

Tableau 10 : Exposition des points aux vents du site pendant les mesures « Air »

Paramètres	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5 - ELT	Pt 6
Secteur de Vent	**250° - 290°**	**200° - 240°**	**40° - 80°**	**90° - 130°**	**135° - 175°**	**250° - 290°**
Exposition annuelle	20%	19%	13%	16%	6%	20%
Exposition pendant la campagne	26%	9%	18%	7%	4%	26%

Avec des vents principalement de secteur Nord, les points 2 et 4 étaient moins exposés qu'à l'accoutumé.

Le point 5 – Témoin défini comme point témoin au regard de sa distance au site et de son emplacement vis-à-vis des vents du site, était bien peu exposé pendant la campagne.

◗ Validité des mesures

Des « blancs de terrain » ont été réalisés sur les mesures d'air ambiant afin de vérifier l'absence de contamination des supports de prélèvement. Ces blancs, pour lesquels l'exposition à l'air ambiant n'a pas été activée, ont suivi le même parcours que les autres tubes lors de la pose, de la dépose et du transport depuis et vers le laboratoire d'analyse. Ils n'ont pas mis en évidence de contamination des échantillons.

3.3.4 Evaluation de la dégradation attribuable à l'installation

L'interprétation des résultats de mesures dans l'environnement doit permettre de déterminer si les émissions de l'installation (passées et présentes) ont un impact significatif sur les teneurs de polluants dans les milieux.

La dégradation est évaluée au travers de la différence entre les points impactés retenus et l'environnement local témoin en tenant compte de **l'incertitude de la méthode de mesure utilisée** (principalement l'analyse). Ainsi, pour déterminer si un point de mesure est « dégradé », on retiendra la préconisation du guide INERIS qui indique que « La différence entre deux valeurs mesurées pourra être considérée comme significative lorsqu'elle sera supérieure à l'incertitude élargie de la chaîne de mesure (U=2xu) ».

Afin d'écarter toute particularité locale, les mesures au point témoin seront également comparées aux valeurs de bruit de fond nationales et/ou régionales lorsque celles-ci sont disponibles.

3.3.4.1 Milieu « Air »

Le tableau ci-après présente les résultats des mesures dans le milieu « Air ». Les résultats sont comparés au bruit de fond national de l'INERIS[3] et des stations de mesures des AASQA pour des environnements péri-urbains.

Tableau 11 : Concentrations dans l'air mesurées par GINGER BURGEAP (µg/m³)

Substance	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5 - ELT	Moyenne Station AASQA – Env. Rural[4]	BdF INERIS – Env. Rural / Périurbain *Env Indus.
Distance au centre du site (m)	1000	900	1600	600	5800		
Exposition aux vents du site	26%	9%	18%	7%	4%		
Composés gazeux (µg/m³)							
PM10	8.10	9.9	-	12.10	8.1	9.3	15.6
NO_2	2.8	4.2	2.9	4.2	3.4	2.3	10.4
SO_2	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	0.9	0.9
HCl	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	-	0.3 – 3*
HF	< 0.16	< 0.16	< 0.16	< 0.16	< 0.16	-	-
Xylènes	0.66	0.96	1	1.96	0.51	-	0.6
Ethylbenzène	0.31	0.32	0.23	0.55	0.21	-	0.2
Toluène	0.56	1.05	0.81	0.73	0.79	-	0.9
Naphtalène	0.08	0.15	0.12	0.09	0.12	-	< 1 ng/m³

En bleu : valeurs supérieures à la valeur à l'ELT en tenant compte de l'incertitude élargie.

En rose : valeurs supérieures à la valeur maximale de référence en tenant compte de l'incertitude élargie.

En violet : valeurs supérieures à l'ELT et aux valeurs de référence en tenant compte de l'incertitude élargie.

Les mesures dans l'air ambiant indiquent :

- Pour les xylènes et l'éthylbenzène dans l'air ambiant : des dépassements de la valeur au point témoin et de la valeur de bruit de fond ;
- Pour le toluène, le NO_2, et les PM10 dans l'air ambiant, des dépassements de la valeur au point témoin ;
- Pour le naphtalène dans l'air ambiant, des dépassements sur l'ensemble des points (y compris le point témoin) de la valeur de bruit de fond.

Ainsi les mesures réalisées du 23 Juin au 07 Juillet indiquent une dégradation du milieu « air » sur plusieurs des points.

[3] INERIS (2021), Surveillance dans l'air autour des installations classées-retombées des émissions atmosphériques, impacts des activités humaines sur les milieux.

[4] Réseau de stations de mesures des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA)

3.3.4.2 Milieu « Sols superficiels »

Le tableau ci-après présente les résultats des mesures réalisées par GINGER BURGEAP. Les concentrations mesurées sont comparées aux valeurs issues d'ASPITET INRA[5] pour des sols ordinaires et aux valeurs sur la zone d'étude extraite du programme BDETM[6].

Tableau 12 : Concentrations dans les sols superficiels mesurées par GINGER BURGEAP

Substance	Pt 1	Pt 3	Pt 6	Pt 5 - ELT	BdF National ASPITET	VIBRISSE Zone d'étude (Cellule 332)
Distance au centre du site (m)	1600	1600	660	5800		
Exposition aux vents du site	20%	13%	20%	6%		
Zone d'impact théorique d'après modèle	Intermédiaire	Faible	Intermédiaire	Pas impactée		
Métaux (mg/g de MS)						
Nickel	22.5	12.4	55.9	16.2	2 - 60	31.8
Chrome VI	< 0.25	< 0.25	< 0.25	< 0.25	-	-
HAP (mg/g de MS)						
Naphtalène	< 10	< 10	16	27		

En bleu : valeurs supérieures à la valeur à l'ELT en tenant compte de l'incertitude élargie.

En rose : valeurs supérieures à la valeur maximale de référence en tenant compte de l'incertitude élargie.

En violet : valeurs supérieures à l'ELT et aux valeurs de référence.

Les mesures dans les sols superficiels indiquent des dépassements de nickel de la valeur au point témoin. Les valeurs mesurées restent néanmoins dans la gamme du bruit de fond national. Dans une démarche la plus exhaustive possible, la compatibilité des usages sera quand même évaluée.

[5] « Apports d'une Stratification Pédologique pour l'Interprétation des Teneurs en Éléments Traces" (ASPITET) » INRA, 1993 – 2005, pour des sols ordinaires

[6] BDTEM – ADEME. Données collectées entre 1990 et 2010 . La valeur présentée correspond à la « VIBRISSE » valeur seuil pour laquelle on considère qu'il y a une anomalie.

3.3.5 Comparaison avec les valeurs réglementaires ou de gestion

Lorsqu'une dégradation des milieux a été mise en évidence, il est nécessaire de vérifier que l'état des milieux reste compatible avec les usages. Dans ce cadre, une comparaison des valeurs mesurées avec les valeurs de gestion (en priorité des valeurs réglementaires si elles sont disponibles, ou à défaut des valeurs d'organismes reconnus i.e. OMS) correspondant à la matrice investiguée.

En l'absence de valeurs, un calcul de risque est réalisé pour s'assurer de la compatibilité des milieux.

◗ Milieu « Air »

Pour le milieu Air, les teneurs des composés pour lesquels une dégradation a été mise en évidence doivent donc être mises en perspective avec les valeurs réglementaires disponibles issues de l'article R221-1 du code de l'environnement pour l'air extérieur et aux valeurs guides pour la santé de l'OMS, de l'ANSES ou du HCSP.

Parmi les traceurs dans le milieu « Air » pour lesquels une dégradation a été mise en évidence, le NO2 et les PM10 disposent d'une valeur de gestion. Les xylènes et l'éthylbenzène, ne disposent pas de valeurs de gestion.

Tableau 13 : Comparaison aux valeurs de gestion pour le milieu « air »

Substance	Concentration maximale mesurée (µg/m³)	Valeur de gestion retenue	Compatibilité du milieu ?
PM10	12.1	Valeur Limite (VL) pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³	OUI
NO_2	4.9	Valeur Limite (VL) pour la protection de la santé humaine : 40 µg/m³	OUI
Toluène	1.0	Valeur OMS pour la protection de la santé humaine : 260 µg/m³	OUI

Ainsi les concentrations des PM10, NO_2, et Toluène sont compatibles avec les usages du milieu « Air ».

◗ Milieu « Sol »

Pour le milieu « Sol », les teneurs des composés pour lesquels une dégradation a été mise en évidence sont mises en perspective avec les valeurs seuils établies par le Haut Conseil de Santé Publique HCSP entre 2020 et 2022.

Parmi les traceurs présentant une dégradation, le nickel ne présente pas de valeur seuil établie par le HCSP.

3.3.6 Calcul d'interprétation de l'état des milieux

Les principes généraux des calculs d'IEM sont reportés en Annexe 7.

Les niveaux de risques sont exprimés sous la forme d'un quotient de danger (QD) pour les effets à seuil, et d'un excès de risque individuel (ERI) pour les effets sans seuil. Les paramètres d'exposition retenus sont également exposés en Annexe 7.

Les calculs présentés ci-après concernent les **adultes et enfants pour l'air ambiant** et la voie d'exposition par **inhalation,** et les **enfants** pour les sols **superficiels** et la voie d'exposition par **ingestion**.

Les résultats de la comparaison aux valeurs de quantification partielle des risques sont interprétés selon les critères définis dans le guide IEM (2007), repris dans le tableau ci-dessous. 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 14 : Tableau d'interprétation des résultats de l'IEM (MEDD, 2007)

Comparaison aux valeurs de gestion	Intervalle de gestion des risques	Interprétation
C < Créf	QD < 0,2 ERI < 10^{-6}	L'état des milieux est compatible avec les usages
C < Créf pouvant être remis en cause dans le futur*	0,2 < QD < 5 10^{-6} < ERI < 10^{-4}	Milieu vulnérable. Zone d'incertitude nécessitant une réflexion plus approfondie
C > Créf	QD > 5 ERI > 10^{-4}	L'état des milieux n'est pas compatible avec les usages

** du fait de l'augmentation des flux (prévue dans le projet ou permis par les prescriptions actuelles) ou l'accumulation*

NB : Les couleurs présentées dans ce tableau sont celles reprisent dans le tableau suivant.

◗ Milieu « Air »

Le tableau ci-après présente la quantification partielle des risques dans le milieu Air, pour les substances pour lesquelles il existe une VTR et pour lesquelles la comparaison aux valeurs de gestion n'a pas pu aboutir à une conclusion sur la compatibilité du milieu.

Tableau 15 : Quantification partielle des risques pour les substances dans l'air ambiant

Substance	Concentration maximale mesurée dans l'air (µg/m³)	VTR (sans seuil d'effet) (µg/m³)$^{-1}$	VTR (seuil d'effet) (µg/m³)	ERI (Excès de risque individuel)	QD (Quotient de Danger)
Xylènes	1.96	-	100		0.02
Ethylbenzène	0.55	-	1 500		< 0.01

Les calculs de risques pour les Xylènes, Ethylbenzène, permettent de conclure à **la compatibilité du milieu « air »** avec les usages actuels (QD<0.2).

◗ Milieu « sols superficiels »

Le tableau ci-après présente la quantification partielle des risques dans le milieu Sols superficiels, pour les substances pour lesquelles il existe une VTR et pour lesquelles la comparaison aux valeurs de gestion n'a pas pu aboutir à une conclusion sur la compatibilité du milieu.

Tableau 16 : Quantification partielle des risques pour les métaux dans les sols superficiels

Substance	Concentration maximale de la substance dans le sol (mg/kg de MS)	VTR (sans seuil d'effet) (mg/kg/j)$^{-1}$	VTR (seuil d'effet) (mg/kg/j)	ERI (Excès de risque individuel)	QD (Quotient de Danger)
Nickel	55.9	-	0.013	-	0.04

Les calculs de risques mettent en évidence des niveaux de risque pour le nickel qui permettent de conclure à **la compatibilité du milieu « sol »** avec les usages actuels (QD<0.2).

4. Etape 4 : Evaluation des risques sanitaires

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

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

Les 4 étapes fondamentales pour mener une ERS sont :

- 1 : l'identification des dangers ;
- 2 : l'évaluation des relations dose-réponse ;
- 3 : l'évaluation de l'exposition ;
- 4 : la caractérisation du risque.

4.1 Identification des dangers et relations dose-réponse

En termes sanitaires, un danger désigne tout effet toxique, c'est-à-dire un dysfonctionnement cellulaire ou organique lié à l'interaction entre un organisme vivant et un agent chimique, physique ou biologique. La toxicité d'un composé dépend de la durée et de la voie d'exposition de l'organisme humain. Différents effets toxiques peuvent être considérés. Pour l'ensemble des substances identifiées précédemment, les effets toxiques ont été collectés et notamment les effets cancérigènes (apparition de tumeurs), les effets mutagènes (altération du patrimoine génétique) ainsi que les effets sur la reproduction (reprotoxicité). En ce qui concerne le potentiel cancérogène, différents organismes internationaux (l'OMS, l'Union Européenne et l'US-EPA) distinguent différentes catégories ou classes. Seule la classification de l'Union Européenne a un caractère réglementaire. C'est également la seule qui classe les substances chimiques quant à leur caractère mutagène et reprotoxique.

Une relation dose-réponse est représentée par une **valeur toxicologique de référence (VTR)**, qui est un repère toxicologique permettant de quantifier un risque pour la santé humaine en mettant en relation quantitativement un niveau d'exposition à une substance (ou « dose ») et une incidence observée de l'effet critique (ou « réponse »). Cette appellation de VTR regroupe ainsi toutes les relations quantitatives entre une dose d'exposition et la **possibilité d'apparition d'un effet (effet à seuil)** ou d'une **probabilité d'effet (effet sans seuil)**.

Les substances retenues sont, pour rappel, toutes les substances listées au paragraphe 2.3.2

Tableau 17 : Substances retenues pour l'EQRS

Traceurs d'émission		Traceurs de risque	
SO_2		HCl	Naphtalène
NO_2		HF	Chrome VI
Poussières PM10		H_3PO_4	Chrome III
		Xylènes	Nickel

4.2 Evaluation des concentrations dans les milieux d'exposition

L'objectif de cette phase est d'estimer par modélisation les concentrations environnementales liées au fonctionnement du site, sur des périodes **longues (chronique)**, dans les milieux d'exposition sélectionnés à la suite de l'établissement du schéma conceptuel.

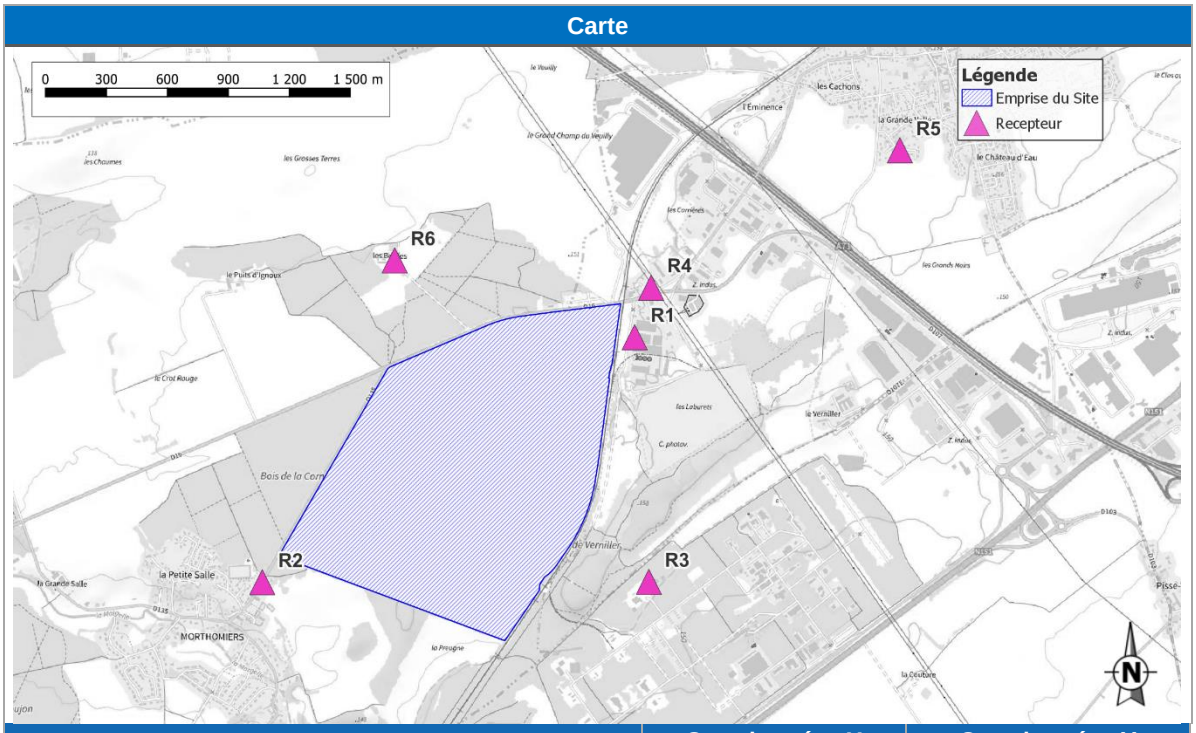
Pour cela, il a été mis en œuvre, un modèle de dispersion atmosphérique, ADMS (version 6), modèle gaussien de dispersion atmosphérique qui permet l'étude de l'impact de rejets atmosphériques chroniques ou accidentels à l'échelle locale et pour des environnements complexes. Il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine et fait partie des modèles proposés par l'INERIS comme ceux les plus utilisés pour la réalisation d'Evaluation des risques sanitaires.

Ce logiciel va permettre de déterminer les concentrations des différentes substances dans l'air ambiant ainsi que les flux de dépôt au sol pour les composés particulaires. Les spécificités de ce logiciel sont présentées en Annexe 8.

4.2.1 Paramétrage du modèle

Les différents paramètres retenus pour la modélisation de la dispersion atmosphérique des composés issus du site sont présentés en Annexe 9. Des points spécifiques dans le domaine d'étude dits « points récepteurs » sont choisis pour présenter les résultats. Leur emplacement est précisé sur la carte ci-après.

Figure 16 : Localisation des points récepteurs



Typologie des points		Coordonnées X Lambert 93	Coordonnées Y Lambert 93
Travailleurs des sites voisins	R1	647100.3	6661220.9
	R3	647170.3	6660016.2
	R4	647181.5	6661464.5
	R2	645267.5	6660014.3
Riverains	R5	648405.8	6662141
	R6	645919.1	6661599.3

4.2.2 Résultats de la modélisation

L'ensemble des résultats numériques aux différents récepteurs sont présentés dans les tableaux ci-après. Afin d'illustrer les impacts modélisés, les carte ci-dessous présentent la concentration moyenne annuelle pour le Naphtalène, pour le scénario actuel et futur.

Figure 17 : Concentrations moyennes annuelles modélisées de Naphtalène en situation actuelle (µg/m³)

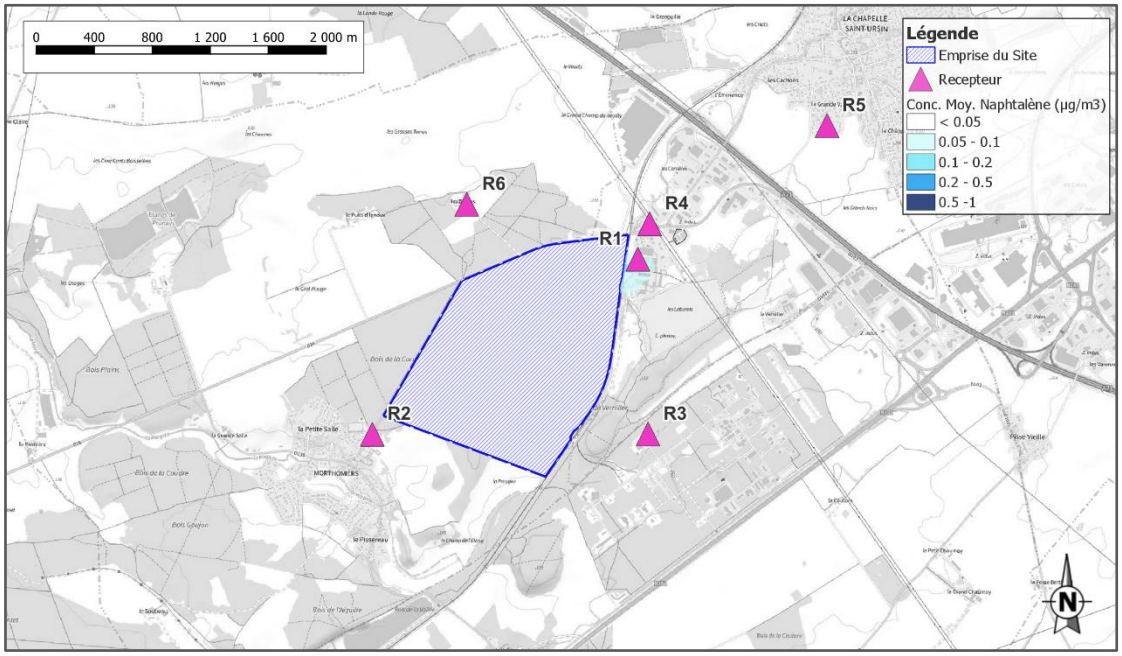


Figure 18 : Concentrations moyennes annuelles modélisées de Naphtalène en situation future (µg/m³)

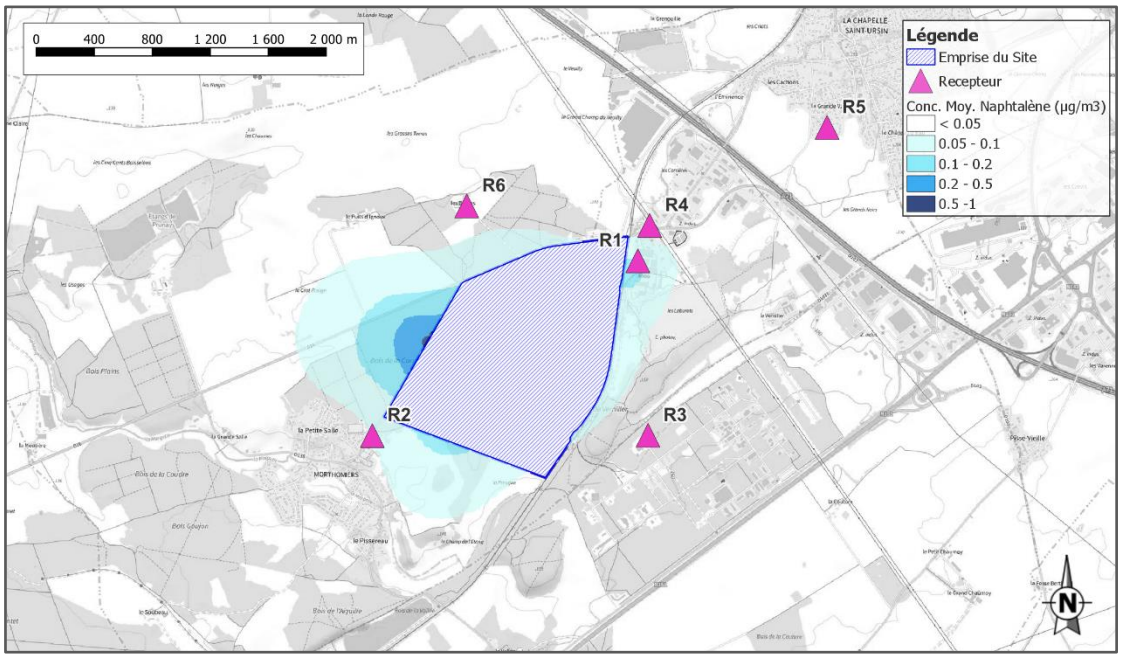


Tableau 18 : Concentrations modélisées dans l'air aux points récepteurs (µg/m^3) – Situation actuelle et future

Substance	R1	R2	R3	R4	R5	R6
NO_2	7.5E-01	2.6E-02	5.5E-02	2.5E-01	4.5E-02	8.4E-02
SO_2	3.6E+00	2.3E-01	6.4E-01	1.6E+00	3.5E-01	6.5E-01
HF	1.4E-03	8.6E-05	2.4E-04	6.0E-04	1.3E-04	2.5E-04
HCl	1.7E-01	1.1E-02	3.0E-02	7.5E-02	1.7E-02	3.1E-02
Xylènes	4.9E-01	1.9E-02	4.4E-02	1.6E-01	2.5E-02	6.6E-02
Acide phosphorique	1.8E-01	3.4E-02	6.9E-02	1.2E-01	2.6E-02	9.9E-02
Poussières PM10	5.8E-01	2.7E-02	1.5E-01	3.0E-01	4.7E-02	1.3E-01
Chrome III	1.5E-05	6.3E-07	1.9E-06	5.7E-06	1.0E-06	2.0E-06
Chrome VI	1.7E-05	4.2E-07	1.3E-06	5.2E-06	7.3E-07	1.6E-06
Nickel	1.4E-05	7.0E-07	2.1E-06	6.0E-06	1.1E-06	2.1E-06

Tableau 19 : Retombées atmosphériques moyennes modélisées aux points récepteurs (µg/m^2/s) – Situation actuelle et future

Substance	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Poussières PM10	3.5E-02	7.9E-04	3.0E-03	1.2E-02	1.6E-03	3.3E-03
Chrome III	1.6E-07	5.1E-09	1.3E-08	5.7E-08	1.0E-08	1.6E-08
Chrome VI	2.1E-07	3.3E-09	8.3E-09	5.4E-08	7.3E-09	1.2E-08
Nickel	1.6E-07	5.7E-09	1.4E-08	5.9E-08	1.1E-08	1.7E-08

Les différences de concentration entre la situation actuelle et future, selon les hypothèses retenues, portent uniquement sur les concentrations modélisées de COV assimilés au Naphtalène (voir. Tableau 1.3) qui augmentent dans la situation future.

Tableau 20 : Concentrations modélisées de Naphtalène dans l'air aux points récepteurs (µg/m^3) – Situation actuelle

Substance	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Naphtalène - Actuelle	5.2E-02	1.9E-03	5.3E-03	1.8E-02	3.4E-03	6.4E-03
Naphtalène - Future	7.9E-02	4.9E-02	3.6E-02	3.9E-02	1.1E-02	3.6E-02

4.3 Calcul des niveaux d'exposition

4.3.1 Exposition par inhalation

Pour l'inhalation, l'exposition est généralement exprimée en concentration moyenne inhalée, calculée à l'aide de la formule suivante :

$$CI = \frac{\sum_i C_i \times t_i}{T}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne inhalée
- Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti
- Ti/T : fraction de temps d'exposition à la concentration CI sur la période d'exposition

4.3.2 Exposition par ingestion

Pour l'ingestion, l'exposition est exprimée par la dose journalière d'exposition (DJE) calculée en fonction des quantités de matrices ingérées et impactées par les émissions de l'installation, des concentrations de polluants dans les matrices, et du poids de l'individu considéré. La DJE est calculée pour chaque scénario, selon l'équation

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

Avec :

- DJE = dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (niveau d'exposition par ingestion)
- Qi = quantité de matrice i ingérée par jour en moyenne (données locales CIBLEX)
- Ci = concentration de la substance dans la matrice i (déterminé par modélisation ou calcul de dilution et transferts multimédia)
- fi = fraction de la quantité de matrice i consommée et exposée à la contamination étudiée (assimilable à la part de consommation de produits locaux)
- P = masse corporelle de la cible

Les paramètres des calculs pour l'exposition par ingestion sont présentés en Annexe 10.

4.4 Méthodologie de calcul des risques

L'évaluation quantitative des risques sanitaires du site aboutit au calcul d'indicateurs de risque exprimant quantitativement les risques potentiels encourus par les populations du fait de la contamination des milieux d'exposition :

- Quotients de danger (QD) pour les effets à seuil ;
- Excès de risque individuels (ERI) pour les effets sans seuil.

Elle concerne l'ensemble des substances retenues dans le paragraphe « Sélection des traceurs de risque » pour lesquelles on considérera ici l'additivité des risques.

◗ Effets toxiques à seuil

Le Quotient de Danger (QD) est déterminé à l'aide de la formule ci-dessous :

Exposition par inhalation	Exposition par ingestion
$QD = \frac{CI}{VTR_{AS,inh}}$	$QD = \frac{DJE}{VTR_{AS,ing}}$

Avec :

- QD = Quotient de Danger
- CI = concentration moyenne inhalée pour la substance (niveau d'exposition par inhalation)
- DJE = dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (niveau d'exposition par ingestion)
- VTR = valeur toxicologique de référence, à seuil, pour la voie et la durée d'exposition correspondant au scénario considéré

Pour apprécier les résultats de la caractérisation des risques pour les effets toxiques à seuil, les quotients de danger ainsi calculés sont habituellement comparés à la **valeur repère de 1**. Un QD inférieur à 1 signifie que l'exposition de la population n'atteint pas le seuil de dose à partir duquel peuvent apparaître des effets indésirables pour la santé humaine, alors qu'un ratio supérieur à 1 signifie que l'effet toxique peut se déclarer dans la population, sans qu'il soit possible d'estimer la probabilité de survenue de cet événement.

Pour ces Quotients de Danger, la pratique couramment admise dans les ERS consiste, par simplification, à additionner les QD, soit pour l'ensemble des traceurs de risque (par simplification) ou, au minimum, pour les substances dont les effets critiques portent sur les mêmes organes cibles. Dans cette étude, les QD sont additionnés pour l'ensemble des traceurs de risque.

◗ Effets toxiques sans seuil

L'Excès de Risque Individuel (ERI) est déterminé à l'aide de la formule ci-dessous :

Exposition par inhalation	Exposition par ingestion
$ERI = \sum CI_i \times \frac{T_i}{T_m} \times VTR_{SS,inh}$	$ERI = \sum DJE_i \times \frac{T_i}{T_m} \times VTR_{SS,ing}$

Avec :

- ERI = Excès de Risque Individuel
- CI = concentration moyenne inhalée pour la substance (niveau d'exposition par inhalation)
- DJE = dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (niveau d'exposition par ingestion)
- T = période d'exposition sur laquelle l'exposition est calculée (propre à chaque récepteur)
- Tm = Durée sur laquelle l'exposition est rapportée

Les ERI s'expriment sous la forme mathématique suivante 10^{-n}. Par exemple, un excès de risque individuel de 10^{-5} représente la probabilité supplémentaire, par rapport à une personne non exposée, de développer un cancer pour 100 000 personnes exposées vie entière.

Il n'existe pas de niveau d'excès de risque individuel universellement acceptable. La Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation précise que la valeur de référence retenue au niveau international par les organismes ou agences en charge de la protection de la santé est un **Excès de Risque Individuel inférieur ou égal à 10^{-5}** pour les effets sans seuil. Il s'agit de la même valeur préconisée par l'INERIS dans son guide « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires ».

Pour les Excès de Risque Individuel, la pratique courante dans les ERS est de sommer tous les ERI pour calculer un excès de risque pour tous effets sans seuil confondus.

4.5 Caractérisation des risques sanitaires

Pour rappel, les risques sanitaires sont calculées d'après les émissions inventoriées sur le site d'après les éléments transmis par KNDS.

4.5.1 Caractérisation des risques sanitaires chroniques pour la voie par inhalation

◗ Exposition chronique pour les effets à seuil

Le tableau suivant présente les quotients de danger pour les riverains et les travailleurs les plus impactés pour une exposition par inhalation aux rejets atmosphériques.

◗ Situation actuelle

Tableau 21 : QD par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Actuelle

Substance	VTR (µg/m³)	QD Inhalation Riverains adultes et enfants (R6)	QD Inhalation Travailleurs (R1) et riverains (R6) adultes
Xylènes	100.00	< 0.01	< 0.01
Acide phosphorique	10.00	< 0.01	0.01
Naphtalène	37.00	< 0.01	< 0.01
HF	14.00	< 0.01	< 0.01
HCl	20.00	< 0.01	< 0.01
Chrome VI	0.03	< 0.01	< 0.01
Nickel	0.23	< 0.01	< 0.01
QD sommé (Valeur repère = 1)		**0.01**	**0.02**

◗ Situation future

Tableau 22 : QD par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Future

Substance	VTR (µg/m³)	QD Inhalation Riverains adultes et enfants (R6)	QD Inhalation Travailleurs (R1) et riverains (R6) adultes
Xylènes	100.00	< 0.01	< 0.01
Acide phosphorique	10.00	< 0.01	0.01
Naphtalène	37.00	< 0.01	< 0.01
HF	14.00	< 0.01	< 0.01
HCl	20.00	< 0.01	< 0.01
Chrome VI	0.03	< 0.01	< 0.01
Nickel	0.23	< 0.01	< 0.01
QD sommé (Valeur repère = 1)		**0.01**	**0.02**

L'ensemble des QD par substance et le QD sommé sont très inférieurs à la valeur repère de 1. Par conséquent, le risque sanitaire chronique pour les effets à seuil, lié à l'inhalation des substances atmosphériques émises par le site KNDS pour la situation actuelle et future est **non significatif**.

◗ Exposition chronique pour les effets sans seuils

Le tableau suivant présente les excès de risque individuel pour les riverains et les travailleurs les plus impactés pour une exposition par inhalation aux rejets atmosphériques, ainsi que l'ERI sommé.

◗ Situation actuelle

Tableau 23 : ERI par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Actuelle

Polluants	VTR ($\mu g/m^3)^{-1}$	ERI inhalation		
		Riverains Adulte / Vie entière (R6)	Riverains Enfant (R6)	Travailleurs (R1) et riverains (R6) adultes / vie entière
Naphtalène	5.6E-06	1.5E-08	3.1E-09	3.7E-08
Chrome VI	1.1E-02	7.4E-09	1.5E-09	2.2E-08
Nickel	1.7E-04	1.6E-10	3.3E-11	3.3E-10
ERI sommé (Valeur repère = 10^{-5})		**2.3E-08**	**4.6E-09**	**5.9E-08**

◗ Situation future

Tableau 24 : ERI par substance au point récepteur le plus impacté – Voie inhalation – Situation Future

Polluants	VTR ($\mu g/m^3)^{-1}$	ERI inhalation		
		Riverains Adulte / Vie entière (R2)	Riverains Enfant (R2)	Travailleurs (R1) et riverains (R2) adultes / vie entière
Naphtalène	5.6E-06	1.2E-07	2.3E-08	1.1E-07
Chrome VI	1.1E-02	2.0E-09	4.0E-10	2.2E-08
Nickel	1.7E-04	5.1E-11	1.0E-11	3.3E-10
ERI sommé (Valeur repère = 10^{-5})		**1.2E-07**	**2.4E-08**	**1.3E-07**

L'ensemble des ERI et l'ERI sommé sont très inférieurs à la valeur repère de 10^{-5}. Par conséquent, le risque sanitaire chronique pour les effets sans seuil, lié à l'inhalation des substances atmosphériques émises par le site KNDS pour la situation actuelle et future est **non significatif**.

4.5.2 Caractérisation des risques sanitaires chroniques pour la voie par ingestion

◗ Exposition chronique pour les effets à seuil

Le tableau suivant présente les quotients de danger pour les riverains les plus impactés pour une exposition par ingestion aux rejets atmosphériques, ainsi que le quotient de danger sommé et sa valeur repère.

Tableau 25 : QD par substance au point récepteur le plus impacté – Voie ingestion – Situation Actuelle et future

Substance	VTR (mg/kg/j)	QD Ingestion de sols, végétaux, matrice animale Riverains adultes et enfants (R6)	
		Adulte	Enfant
Chrome III	0.3	< 0.01	< 0.01
Chrome VI	0.0009	< 0.01	< 0.01
Nickel	0.013	< 0.01	< 0.01
QD sommé (Valeur repère = 1)		**< 0.01**	**< 0.01**

L'ensemble des QD par substance et le QD sommé sont très inférieurs à la valeur repère de 1. Par conséquent, le risque sanitaire chronique pour les effets à seuil, lié à l'ingestion des substances atmosphériques émises par le site KNDS pour la situation actuelle et future est **non significatif**.

◗ Exposition chronique pour les effets sans seuil

Le tableau suivant présente les excès de risque individuel pour les riverains les plus impactés pour une exposition par ingestion aux rejets atmosphériques.

Tableau 26 : Excès de risque individuel par substance au point récepteur le plus impacté – Voie ingestion - Situation Actuelle et Future

Polluants	VTR $(mg/kg/j)^{-1}$	ERI ingestion de sols, végétaux		
		Riverains Adulte (R6)	Riverains Enfant (R6)	Riverains Vie entière (R6)
Chrome VI	1.6E-01	1.3E-11	5.8E-12	1.6E-11
ERI sommé (Valeur repère = 10^{-5})		**1.3E-11**	**5.8E-12**	**1.6E-11**

L'ERI sommé est très inférieur à la valeur repère de 10^{-5}. Par conséquent, le risque sanitaire chronique pour les effets sans seuil, lié à l'ingestion des substances atmosphériques émises par le site KNDS pour la situation actuelle et future est non significatif.

4.6 Synthèse de l'évaluation des risques

Les tableaux suivants synthétisent les principales conclusions et observations de cette évaluation quantitative des risques sanitaires du site.

Pour rappel, deux types de risques chroniques ont été évalués pour les 2 voies d'exposition que sont la voie par ingestion et la voie par inhalation :

- Les risques par effet à seuil, estimés d'après un Quotient de Danger (QD). La valeur seuil de 1 ne doit pas être dépassée pour pouvoir conclure à l'absence de risques significatifs ;
- Les risques par effet sans seuil, estimés d'après un Excès de Risque Individuel (ERI). La valeur seuil de $1.0E^{-5}$ ne doit pas être dépassée pour pouvoir conclure à l'absence de risques significatifs.

Enfin les tableaux rappellent la cible la plus impactée (Adultes, Enfants, ou Vie Entière) parmi les points récepteurs retenus, ainsi que la substance qui détermine la valeur de risque (substance la plus impactante dans les calculs de risque si pertinente).

Tableau 27 : Synthèse de l'évaluation du risque sanitaire – Exposition chronique – Situation Actuelle

Type de rejet	Exposition	Type d'effet	Cible la plus impactée	Calcul de risque	Valeur
Rejets atmosphériques	Inhalation	Effets à seuil	Travailleurs R1 / Riverains R6	QD sommé	0.02
				Déterminants du risque	Acide Phosphorique
		Effets sans seuil	Travailleurs R1 / Riverains R6	ERI sommé	2E-08
				Déterminant du risque	Non pertinent
	Ingestion	Effets à seuil	Riverains R6	QD sommé	< 0.01
				Déterminants du risque	Non pertinent
		Effets sans seuil	Riverains R6 (Vie Entière)	ERI sommé	6E-11
				Déterminant du risque	Non pertinent

Tableau 28 : Synthèse de l'évaluation du risque sanitaire – Exposition chronique – Situation Future

Type de rejet	Exposition	Type d'effet	Cible la plus impactée	Calcul de risque	Valeur
Rejets atmosphériques	Inhalation	Effets à seuil	Travailleurs R1 / Riverains R6	QD sommé	0.02
				Déterminants du risque	Acide Phosphorique
		Effets sans seuil	Travailleurs R1 / Riverains R6	ERI sommé	1E-7
				Déterminant du risque	Non pertinent
	Ingestion	Effets à seuil	Riverains R6	QD sommé	< 0.01
				Déterminants du risque	Non pertinent
		Effets sans seuil	Riverains R6 (Vie Entière)	ERI sommé	1E-11
				Déterminant du risque	Non pertinent

4.7 Comparaison aux valeurs de gestion des traceurs d'émissions

Le tableau suivant présente la comparaison des valeurs réglementaires et guides disponibles avec les concentrations maximales (parmi les points récepteurs) modélisées pour le NO_2, le SO_2 et les PM10 retenus comme traceurs d'émissions et ne présentant pas de Valeurs Toxicologiques de Référence.

Ces valeurs ne sont en aucun cas (conformément à la note d'information DGS/DGPR d'octobre 2014) utilisées pour évaluer les Quotients de Danger (QD) et excès de risques individuels (ERI) faisant référence à une évaluation des risques sanitaires. Ces valeurs, appelées valeurs de comparaison, constituent des critères de gestion.

Tableau 29 : Comparaison des concentrations moyennes annuelles modélisées aux valeurs guides ou réglementaires disponibles

Substance	Concentration moyenne annuelle (µg/m³) au récepteur le plus impacté Situation Actuelle et Future	Valeur réglementaire			Valeur guide OMS
		Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	Objectif de qualité	Valeur réglementaire en 2030	
PM10	0.6 (R1)	25	10	10	5
NO_2	0.8 (R1)	40	40	20	10
SO_2	3.6 (R1)	-	50	20	-

Ainsi, les concentrations moyennes de NO_2, SO_2 et de PM10 obtenues en situation actuelle et future sont inférieures aux valeurs de référence disponibles (valeurs guides OMS et valeurs réglementaires).

5. Incertitudes et discussions

L'analyse des incertitudes d'une évaluation des risques et la sensibilité des paramètres retenus pour cette évaluation est une partie intégrante de l'ERS. Dans une approche proportionnée, les paramètres clés de l'évaluation réalisée sont ici discutés ainsi que leurs incidences sur les résultats de l'évaluation. Ces paramètres clés sont dépendants des scénarios d'exposition et des substances retenues.

Les paragraphes ci-après reprennent dans le cadre de la présente étude, les paramètres dont les incertitudes jouent un rôle majeur dans les calculs menés.

5.1 Evaluation des émissions de l'installation

Le tableau suivant permet d'apprécier les critères de représentativité (majorant, représentatif, minorant, non quantifiable) des hypothèses retenues dans le cadre de la quantification des émissions.

Tableau 30 : Représentativité des données relatives à l'évaluation des émissions du site

Phase	Paramètre	Représentativité	Commentaire
Evaluation des émissions de l'installation	Localisation des sources retenues	Représentatif	Données issues d'un plan fourni par KNDS
	Caractéristiques physiques des rejets (hauteur, T°, débit, …)	Représentatif	Les caractéristiques des rejets canalisées sont fournies par KNDS d'après des mesures
	Emissions	Représentatif	La quantification des émissions atmosphériques est basée sur les mesures pour les rejets existants
		Majorant	La quantification des émissions atmosphériques est basée sur les VLE pour les rejets futurs
		Majorant	Faute de spéciation, les COV totaux sont assimilés à une molécule – parmi la plus toxique indiquée dans les FDS des produits utilisés dans les ateliers des rejets associés
		Minorant	Les émissions des dégraisseurs n'ont pas été pris en compte, faute de données pour l'estimation des émissions Des émissions diffuses sont possibles. Aucune information à date n'est connue.

L'absence d'informations sur les dégraisseurs et les potentielles émissions diffuses ne permet pas de les retenir dans l'étude, et constitue en première approche une hypothèse minorante. Cependant, au regard de la composition des produits utilisés dans les dégraisseurs, du caractère peu dispersif des émissions diffuses, et enfin des risques auxquels a aboutie l'étude, ce choix n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de celle-ci.

En outre, il apparait que les flux retenus pour les autres rejets sont à caractère majorant.

5.2 La modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants

La modélisation de la dispersion atmosphérique est basée sur des équations mathématiques qui doivent rendre compte des phénomènes physiques et chimiques comme nous pouvons les observer dans la réalité. Il y a donc une incertitude entourant les résultats de modélisation.

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

Tableau 31 : Complexité et qualité des données d'entrée du modèle

Données d'entrée et paramètres	Complexité de la donnée	Qualité de la donnée	Commentaire
Données météorologiques	Faible	Bonne	Les données utilisées pour la modélisation de la dispersion atmosphérique sont des données horaires sur 3 ans, issues de la station météorologique de Bourges (Température, Pluviométrie, Vents) et de Avord (nébulosité), représentatives de la zone
Relief et occupation des sols	Faible	Bonne	Le relief est peu marqué sur la zone n'a pas été intégré dans les calculs de dispersion. Une hauteur de rugosité variable d'après les données l'occupation des sols a été prise en compte
Définition des polluants	Faible	Moyenne	L'hypothèse est faite que les gaz ainsi que les particules sont inertes chimiques et se dispersent comme des substances passives sans réaction chimique.
Echelles spatiales étudiées	Faible	Bonne	Les sites sensibles étudiés sont localisés entre quelques dizaines de mètres et quelques kilomètres des sources, c'est à dire dans le domaine de validité du modèle.

Ainsi, il apparait que la qualité des données d'entrée du modèle est bonne.

5.3 Durée d'exposition

Il a été pris en compte dans le cadre du scénario « riverains », l'hypothèse que la population du domaine d'étude est exposée aux rejets du site 100 % du temps, c'est-à-dire 24h/24 et 365 jours par an. Cette hypothèse est majorante. Cependant, elle est recommandée dans tous les cas par l'INERIS comme à prendre en compte dans les scénarios d'exposition à retenir.

Ainsi, la durée d'exposition des populations considérée est raisonnablement majorante.

5.4 Valeurs toxicologiques de référence

Les valeurs toxicologiques de référence comportent structurellement des sources d'incertitudes prises en compte dans l'élaboration même des valeurs. Il est habituellement admis que les valeurs proposées par les organismes compétents sont, dans l'état actuel des connaissances, précautionneuses.

La note d'information de la Direction Générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations de risques sanitaires dans le cadre des études d'impact a été prise en compte pour la sélection des VTR.

Au regard des niveaux de risques estimés pour le risque sanitaire chronique par inhalation et par ingestion pour les effets sans seuil et les effets à seuil, ce choix n'est pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

5.5 Choix des traceurs de risque et d'activité

L'ensemble des substances quantifiées présentant une Valeur Toxicologique de Référence ont été prises en compte.

Ainsi, il n'a pas été réalisé de sous-estimation potentielle de l'évaluation du risque sanitaire.

5.6 Non prise en compte de la pollution de fond

Conformément à la circulaire du 9 aout 2013 et aux recommandations de l'INERIS, la présente étude a été menée en ne considérant que les risques sanitaires induits par l'émission de substances issues du site. En effet, les émissions calculées (étape 1) ainsi que l'évaluation prospective du risque sanitaire (étape 4) ne prennent en compte que les émissions maitrisées sur le site. La quantification des émissions d'autres activités et leur prise en compte dans la modélisation et l'évaluation quantitative du risque sanitaire pour d'autres installations industrielles ou pour des émissions du type « trafic routier » ou « secteur résidentiel » n'est pas réalisable.

De plus, comme mentionné dans le guide de l'INERIS, l'objectif d'une étude d'impact est uniquement d'évaluer les risques attribuables à un projet, et non pas le risque total encouru :

Figure 19 : Extrait du guide de référence INERIS

L'évaluation des risques attribuables à une seule installation ne permet pas de caractériser le risque global encouru par les populations du fait de l'ensemble des sources de pollution. Cette question, aussi légitime soit-elle, ne fait pas partie des objectifs de l'étude d'impact d'une ICPE. En effet, **l'objectif de l'étude d'impact est d'évaluer les risques attribuables à un projet**, et non pas le risque total encouru par les populations autour de l'installation. Dans cette logique, la circulaire du 9 août 2013 fixe des critères de décision basés sur les indicateurs de risque attribuables aux émissions de l'installation (voir la partie 3 §1 « Autorisation : critères d'acceptabilité »).

La question de l'exposition et des risques attribuables à un ensemble de sources d'émission sur un territoire peut être traitée dans une démarche menée localement, telle que l'étude de zone ou l'étude d'imprégnation (voir l'Annexe 5 « Prise en compte du contexte local et évaluation de l'impact cumulé de plusieurs activités polluantes »). En outre, l'intégration des données de fond local ne suffit pas pour caractériser l'exposition globale. En effet, l'exposition peut aussi intégrer des sources d'exposition non prises en compte parmi les valeurs de fond local : l'alimentation, l'utilisation de produits de consommation, les pollutions intérieures, les expositions professionnelles...

Dans la démarche décrite dans le guide, c'est l'IEM qui permet de caractériser l'éventuelle dégradation actuelle des milieux, qui peut ainsi être prise en compte pour adapter les mesures de gestion des émissions (voir §3.5 « Conclusions de l'IEM »).

Conclusions

La société KNDS produit sur son site de La Chapelle St Ursin (18) une gamme complète de munitions de char, d'artillerie et de moyen calibre pour les forces militaires françaises et étrangères.

Dans le cadre des nouveaux projets, un Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale (DDAE) est demandé dans lequel doit s'intégrer une **Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) et** une **Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS).**

KNDS a sollicité GINGER BURGEAP afin de réaliser l'IEM/EQRS des **émissions atmosphériques** du site dans sa **configuration future et actuelle.**

L'étude vise à apprécier les effets (impacts) potentiellement induits par le site sur la santé des populations voisines. L'étude est réalisée selon la démarche intégrée définie dans le guide de l'INERIS de septembre 2021, conforme à la **circulaire du 9 août 2013** relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

Cette démarche intégrée s'organise autour de 4 étapes successives synthétisées ci-dessous.

Évaluation des émissions de l'installation

Seules les émissions atmosphériques de rejets canalisés ont été recensées. Aucune information n'est disponible pour évaluer les émissions diffuses.

La quantification des émissions a été réalisée :

- Pour les rejets existants : sur les mesures à l'émission 2025 ;
- Pour les rejets futurs : sur les VLE susceptibles d'être retenues et déjà applicable sur des rejets similaires.

Un certain nombre de rejets sont à l'origine d'émissions de COV totaux (en lien avec les activités de peinture et de lavage). La composition chimique réelle de ces COV totaux n'est pas connue. Dès lors, et selon une approche majorante, les COV, pour chaque rejet, ont été assimilés à la molécule la plus toxique indiquée dans les FDS des produits utilisés dans les ateliers.

GINGER BURGEAP recommande de réaliser une spéciation des émissions de COV.

Ainsi les substances suivantes ont été retenues comme traceurs de risques et d'émissions (PM10, NO_2, SO_2, HF, HCl, Xylène, Naphtalène, Acide Phosphorique, Chrome VI, Nickel).

Évaluation des enjeux et conceptualisation de l'exposition

Le site est implanté en périphérie de Bourges, dans une zone industrielle et à proximité de plusieurs centres urbains situés au Nord-Est à environ 1.5 km du site et au Sud-Ouest à environ 2 km du site. Des habitations sont implantées proches de l'installation, au Nord, à moins de 300 m du site

La description des dangers potentiels présentés par les polluants émis par le site (polluants généraux et polluants spécifiques), et l'identification des relations entre les niveaux d'exposition et la survenue des dangers propres à ces polluants nous ont conduit à retenir des traceurs de risques ou d'émissions pour la voie par ingestion (via le sol, les végétaux) et inhalation (via l'air).

Interprétation de l'Etat des Milieux

Une campagne de mesures a été réalisée par GINGER BURGEAP en Juillet 2025. Les PM10, les composés gazeux retenus comme traceurs de risques et d'émissions (hormis l'acide phosphorique) et d'autres composés gazeux présents dans les produits utilisés par le site (éthylbenzène, toluène) ont été mesurés dans l'air ambiant. Les composés particulaire – nickel et chrome VI – ont été mesurés dans les sols superficiels.

Une dégradation du milieu a été observée pour le nickel dans les sols, et le NO_2, les PM10, les xylènes, l'éthylbenzène, et le toluène dans l'air ambiant mais les niveaux restent faibles permettant de conclure à une compatibilité des milieux avec les usages, vis-à-vis de ces substances.

Évaluation des risques sanitaires

L'évaluation quantitative des risques sanitaires du site a permis de montrer que les **risques sanitaires chroniques** induits par les rejets **atmosphériques** du site sont **non significatifs** pour les populations présentes autour des installations du site, selon les hypothèses de fonctionnement et de quantification retenue, et ce pour une exposition par **inhalation** et **ingestion**.

Les concentrations environnementales de NO_2, SO_2 et de PM10 induites par le site sont en outre très inférieures à la valeur de gestion disponible.

ANNEXES



Annexe 1. Estimation des émissions atmosphériques

Cette annexe contient 1 page.

Rejet	Substances émises (assimilé à)	Concentration à l'émission (mg/m^3)	Flux (kg/an)* Situation actuelle	Flux (kg/an)* Situation future
142F préparation	COV (Acide phosphorique)	56.1	315	*inchangé*
1C peinture blanche	COV (Xylènes)	29.4	748	
1C peinture noire	COV (Xylènes)	98.2	623	
28S Laquage aval	COV (Naphtalène)	10.2	288	
10S laveur TS	Poussières	9.34	8.33	
10S laveur TS	Chrome III	10.4	0.01	
10S laveur TS	Chrome VI	3.12	0.04	
10S laveur TS	SO2	0.156	20.62	
10S laveur TS	Chrome	0.000156	0.05	
28S laveur TS	HF	0.000752	13.08	
28S laveur TS	Poussières	0.386	137.04	
28S laveur TS	Chrome VI	0.000908	0.05	
28S laveur TS	SO2	0.048	34600.90	
28S laveur TS	HCl	0.503	1626.51	
28S laveur TS	Chrome	0.000167	0.17	
28S laveur TS	Chrome III	127	0.12	
28S laveur TS	Nickel	5.97	0.15	
Chaufferie 41F	NOx	61.4	1318	
Chaufferie 41F	Poussières	0	0	
Chaufferie 41F	SO2	0	0	
Chaufferie 41F	CO	1.25	27	
Chaufferie 18S	NOx	40	132	
Chaufferie 10S	NOx	150	495	
Chaufferie 10S	CO	625	2064	
Chaufferie 28S	NOx	164	3114	
Chaufferie 28S	Poussières	0	0	
Chaufferie 28S	SO2	0.213	4	
Chaufferie 28S	CO	0	0	
Four recuit 28S	Poussières	0.5 kg/h	4128	
276I Filtration Production XP	COV (Naphtalène)	100 (VLE)	-	619
294A Peinture Finition	COV (Naphtalène)	100 (VLE)	-	413

Annexe 2. Composition et toxicité des produits utilisés

Cette annexe contient 5 pages.

Rejet	N° FDS	Produit	CAS	Composé	VTR inhalation [7] ($\mu g/m^3$)	ERU inhalation [8] $(\mu g/m^3)^{-1}$
10S	101943	TEKNOSOLV 9502	1330-20-7	Xylène	100	-
10S	101943	TEKNOSOLV 9503	64742-95-6	Solvant naphta aromatique	-	-
10S	101943	TEKNOSOLV 9504	123-86-4	Acétate de n-butyle	2000	-
10S	101461	AMMUNITION PAINT	1330-20-7	Xylène	100	-
10S	101461	AMMUNITION PAINT	64742-95-6	Solvant naphta aromatique	-	-
10S	101461	AMMUNITION PAINT	123-86-4	Acétate de n-butyle	2000	-
10S	101461	AMMUNITION PAINT	100-41-4	Ethylbenzène	1500	-
10S	101461	AMMUNITION PAINT	100545-48-0	Acide octadénoique	-	-
10S	106925	DILUANT DE NETTOYAGE	108-88-3	Toluène	19000	-
10S	106925	DILUANT DE NETTOYAGE	78-93-3	Butanone	5000	-
10S	106925	DILUANT DE NETTOYAGE	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	108-88-3	Toluène	19000	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	78-93-3	Butanone	5000	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	64-17-5	Ethanol	-	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	108-10-1	4-methylpentan-2-one	3000	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	1330-20-7	Xylène	100	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	25068-38-6	Bisphenol-a-(epichlorhydrine)	-	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	7779-90-0	Acide phosphorique a	-	-
10S	126443	MONOPASSIREX 90 AR3 CHAMOIS	108-95-2	Phenol	200	-
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01201	64742-94-5	Solvant naphta aromatique lourd	-	-
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01202	123-42-2	4-hydroxy-4-methylpentan-2-one	-	-
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01203	111-46-6	2,2'-oxybisethanol	-	-
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01204	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01205	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01206	91-20-3	Naphtalène	37	0.0000056
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01207	108-88-3	Toluène	19000	-
28S	106901	VERNIS EPOXY RLI01020-EPS10505C-HL01208	50-00-0	Formaldéhyde	123	-

[7] Consulté sur le portail des substances chimiques de l'INERIS, Octobre 2025.
[8] Consulté sur le portail des substances chimiques de l'INERIS, Octobre 2025.

Rejet	N° FDS	Produit	CAS	Composé	VTR inhalation [7] ($\mu g/m^3$)	ERU inhalation [8] $(\mu g/m^3)^{-1}$
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	64742-94-5	Solvant naphta aromatique lourd	-	-
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	123-42-2	Diacetone-alcool	-	-
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	111-46-6	2,2'-oxydiethanol	-	-
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	108-10-1	Methylisobutylcetone	3000	-
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	91-20-3	Naphtalene	37	0.0000056
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	108-94-1	Cyclohexanone	136	-
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	108-88-3	Toluene	19000	-
28S	106903	EPOXY RLI01020 - EPS 50069G- HL03001VF	50-00-0	Forméladéhyde	123	-
28S	106926	DILUANT DL186 - SOS80065 C - DL00186	1330-20-7	Xylène	100	-
28S	106926	DILUANT DL186 - SOS80065 C - DL00187	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
28S	106926	DILUANT DL186 - SOS80065 C - DL00188	108-94-1	Cyclohexanone	136	-
28S	106926	DILUANT DL186 - SOS80065 C - DL00189	78-93-3	Butanone	5000	-
28S	121846	EPOXY RLI01020 - EPS23643-HL3001FP - C335930020	108-10-1	4-methylpentan-2-one	3000	-
28S	121846	EPOXY RLI01020 - EPS23643-HL3001FP - C335930021	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
28S	121846	EPOXY RLI01020 - EPS23643-HL3001FP - C335930022	108-88-3	Toluene	19000	-
28S	121846	EPOXY RLI01020 - EPS23643-HL3001FP - C335930023	123-42-2	4-hydroxy-4-methylpentan-2-one	-	-
28S	121846	EPOXY RLI01020 - EPS23643-HL3001FP - C335930024	108-94-1	Cyclohexanone	136	-
28S	121846	EPOXY RLI01020 - EPS23643-HL3001FP - C335930025	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
142F	103923	BRUN ROUGE 01AR14 BECKRYWASH REACTIF429-5-302	108-10-1	4-méthylpentane-2-one	3000	-
142F	103923	BRUN ROUGE 01AR14 BECKRYWASH REACTIF429-5-303	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
142F	103923	BRUN ROUGE 01AR14 BECKRYWASH REACTIF429-5-304	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
142F	103923	BRUN ROUGE 01AR14 BECKRYWASH REACTIF429-5-305	78-83-1	Isobutanol	-	-
142F	103923	BRUN ROUGE 01AR14 BECKRYWASH REACTIF429-5-306	108-95-2	Phenol	200	-
142F	105025	BLEU GAMC 3530 BECKRYPRIM DUOPRIM	108-88-3	Toluene	19000	-
142F	105025	BLEU GAMC 3530 BECKRYPRIM DUOPRIM	78-93-3	Butanone	5000	-
142F	105025	BLEU GAMC 3530 BECKRYPRIM DUOPRIM	64-17-5	Ethanol	-	-
142F	105025	BLEU GAMC 3530 BECKRYPRIM DUOPRIM	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
142F	105025	BLEU GAMC 3530 BECKRYPRIM DUOPRIM	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
142F	105025	BLEU GAMC 3530 BECKRYPRIM DUOPRIM	25068-38-6	Bisphenol-a-(epichlorhydrine)	-	-
142F	105025	BLEU GAMC 3530 BECKRYPRIM DUOPRIM	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
142F	106925	DILUANT DE NETTOYAGE SC1 SOS80081C-0025L DL03034	108-88-3	Toluene	19000	-
142F	106925	DILUANT DE NETTOYAGE SC1 SOS80081C-0025L DL03035	78-93-3	Butanone	5000	-

Rejet	N° FDS	Produit	CAS	Composé	VTR inhalation [7] ($\mu g/m^3$)	ERU inhalation [8] $(\mu g/m^3)^{-1}$
142F	106925	DILUANT DE NETTOYAGE SC1 SOS80081C-0025L DL03036	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
142F	106950	DILUANT REACTIF 646-1-510-DC06002	108-10-1	4-methylpentan-2-one	3000	-
142F	106950	DILUANT REACTIF 646-1-510-DC06003	123-86-4	Acétate de n-butyle	2000	-
142F	106950	DILUANT REACTIF 646-1-510-DC06004	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
142F	106950	DILUANT REACTIF 646-1-510-DC06005	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
142F	106950	DILUANT REACTIF 646-1-510-DC06006	107-98-2	1-methoxy-2-propanol	2000	-
142F	-	Duoprim Noir Satin	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
142F	-	Duoprim Noir Satin	64-17-5	Ethanol	-	-
142F	-	Duoprim Noir Satin	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
142F	-	Duoprim Noir Satin	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
142F	-	Duoprim Noir Satin	1330-20-7	Xylène	100	-
142F	-	Duoprim Noir Satin	25068-38-6	Bisphenol-a-(epichlorhydrine)	-	-
142F	-	Duoprim Noir Satin	108-95-2	Phenol	200	-
142F	-	Jaune GAMC 3310	108-88-3	Toluene	19000	-
142F	-	Jaune GAMC 3311	78-93-3	Butanone	5000	-
142F	-	Jaune GAMC 3312	64-17-5	Ethanol	-	-
142F	-	Jaune GAMC 3313	67-63-0	Propan-2-ol	3200	-
142F	-	Jaune GAMC 3314	71-36-3	Butan-1-ol	-	-
142F	-	Jaune GAMC 3315	25068-38-6	Bisphenol-a-(epichlorhydrine)	-	-
142F	-	Jaune GAMC 3316	108-65-6	Acetate de 2-methoxy-1-methylethyle	-	-
142F	-	Jaune GAMC 3317	7664-38-2	Acide phosphorique	10	-
142F	-	Jaune GAMC 3318	78-83-1	Isobutanol	-	-
142F	-	Jaune GAMC 3319	1330-20-7	Xylène	100	-
142F	-	Jaune GAMC 3320	108-95-2	Phenol	200	-
142F	-	Jaune GAMC 3321	100-41-4	Ethylbenzène	1500	-
142F	100649	DILUANT DL 108 / 25 L	1330-20-7	Xylène	100	-
142F	100649	DILUANT DL 108 / 25 L	100-41-4	Ethylbenzène	1500	-
142F	100649	DILUANT DL 108 / 25 L	108-88-3	Toluene	19000	-
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	1330-20-7	Xylène	100	-
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	13463-67-7	Dioxyde de titane	-	-
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	100-41-4	Ethylbenzène	1500	-
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	96-29-7	Ethylméthylcétoxime	-	-
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	77-99-6	Propylidynetrimethanol	-	-

Rejet	N° FDS	Produit	CAS	Composé	VTR inhalation [7] ($\mu g/m^3$)	ERU inhalation [8] $(\mu g/m^3)^{-1}$
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	136-52-7	Cobalt bis(2-ethylhexanoate)	-	-
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	108-88-3	Toluene	19000	-
1CBlanc	Blanc	LAG 9/01 BLANC BRILLANT / 25 KG	22464-99-9	2-ethylhexanoic acid,	-	-
1CBlanc	Noir	LAG 9/01/T NOIR MAT 0%	1330-20-7	Xylène	100	-
1CBlanc	Noir	LAG 9/01/T NOIR MAT 0%	100-41-4	Ethylbenzène	1500	-
1CBlanc	Noir	LAG 9/01/T NOIR MAT 0%	96-29-7	Ethylméthylcétoxime	-	-
1CBlanc	Noir	LAG 9/01/T NOIR MAT 0%	108-88-3	Toluene	19000	-
1CBlanc	Noir	LAG 9/01/T NOIR MAT 0%	136-52-7	Cobalt bis(2-ethylhexanoate)	-	-
1CBlanc	Noir	LAG 9/01/T NOIR MAT 0%	14807-96-6	Talc (mg3h2(sio3)4)	-	-
1CBlanc	Noir	LAG 9/01/T NOIR MAT 0%	14807-96-6	Carbon black	-	-

Annexe 3. Choix des VTR

Cette annexe contient 3 pages.

Sélection des VTR

La note d'information N° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués est prise en compte pour la sélection des VTR.

En l'absence de VTR établie par l'Anses, en application de la note DGS/DGPR précitée, pour chaque substance, les différentes VTR actuellement disponibles seront recherchées de façon à discuter le choix réalisé sur les critères suivants :

- Les valeurs issues d'études chez l'Homme par rapport à des valeurs dérivées à partir d'études sur les animaux. Par ailleurs, la qualité de l'étude pivot sera également prise en compte (protocole, taille de l'échantillon, …) ;
- Les modes de calcul (degré de transparence dans l'établissement de la VTR) et les facteurs de sécurité appliqués constitueront également un critère de choix ;
- Les valeurs issues d'organismes reconnus (européens ou autres).
- Ainsi, en l'absence d'expertise nationale ou de VTR proposée par l'Anses, la VTR sera retenue selon l'ordre de priorité défini par la circulaire DGS/DGPR du 31/10/2014 à savoir :
  - La VTR la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
  - Puis, si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'Efsa.

Type de valeurs non utilisées

- Une valeur toxicologique publiée dans la littérature scientifique hors des bases de données suivantes : ANSES, US-EPA, ATSDR, OMS, IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA. Il n'est pas assuré qu'une telle valeur ait suivi un cheminement d'expertise transparent, indépendant et collégial. La confiance à lui accorder est donc difficile à apprécier, quelle que soit la notoriété des auteurs. De plus, cette valeur peut avoir été établie pour un contexte très spécifique, dont il n'est pas prouvé que le domaine d'application puisse être élargi.
- Une Valeur Limite d'Exposition Professionnelle (VLEP) : Construite pour une situation d'exposition spécifique (travailleurs), elle ne s'applique pas en l'état à une situation de population générale car nombre de paramètres intervenant dans sa construction sont distincts.
- Une Valeur Guide de qualité des milieux ou une valeur réglementaire : Ces valeurs réglementaires tenant compte de plusieurs critères (économique, métrologique, sanitaire, etc..), elles ne peuvent pas être utilisées comme VTR
- Une valeur « draft » : Si la VTR est retrouvée dans une base de données de référence sous forme d'avant-projet (draft) ou de document provisoire, le pétitionnaire ne doit pas s'en servir pour la quantification des risques. Elle peut toutefois constituer un élément d'appréciation pour la discussion.
- Une valeur seuil de toxicité aiguë française (VSTAF) ou toute valeur accidentelle internationale (IDLH, ERPG, AEGL, TEEL). Ces valeurs ont en effet pour objectif la maîtrise de l'urbanisation par la prédiction des zones d'effets létaux, irréversibles et réversibles autour des installations classées à partir de scénarii de phénomènes dangereux en exposition unique et la mise en place des actions de prévention et / ou de protection appropriées pour protéger la sécurité des populations vivant à proximité du site. Ces valeurs sont construites à partir de seuils déclenchant un effet sur la santé et ne suivent donc généralement pas la méthodologie d'élaboration des VTR.

- Les DNEL (Derived No Effect Level) pour les effets à seuil, ou les DMEL (Derived Minimal Effect Level) pour les effets sans seuils élaborées dans le cadre de la réglementation REACH sont élaborées et utilisées par les producteurs de substances chimiques dans les évaluations pour la sécurité chimique (nommées « CSR » pour Chemical Safety Report) et les fiches de données de sécurité. Ces éléments peuvent être rendus publics sur internet, mais leurs méthodes de construction ne sont généralement disponibles que dans les CSR et peu d'entre eux sont validés par l'Agence européenne des produits chimiques (ECHA).

Aucune valeur toxicologique de référence n'est recensée pour une substance chimique dans les 8 bases de données nationales ou internationales.

En l'absence de VTR pour cette substance, une quantification des risques n'est pas envisageable, même si des données d'exposition sont disponibles. Une mise en parallèle de la valeur d'exposition à des valeurs guides comme celles de l'OMS, et à des valeurs réglementaires sera réalisée, sans évaluation du risque.

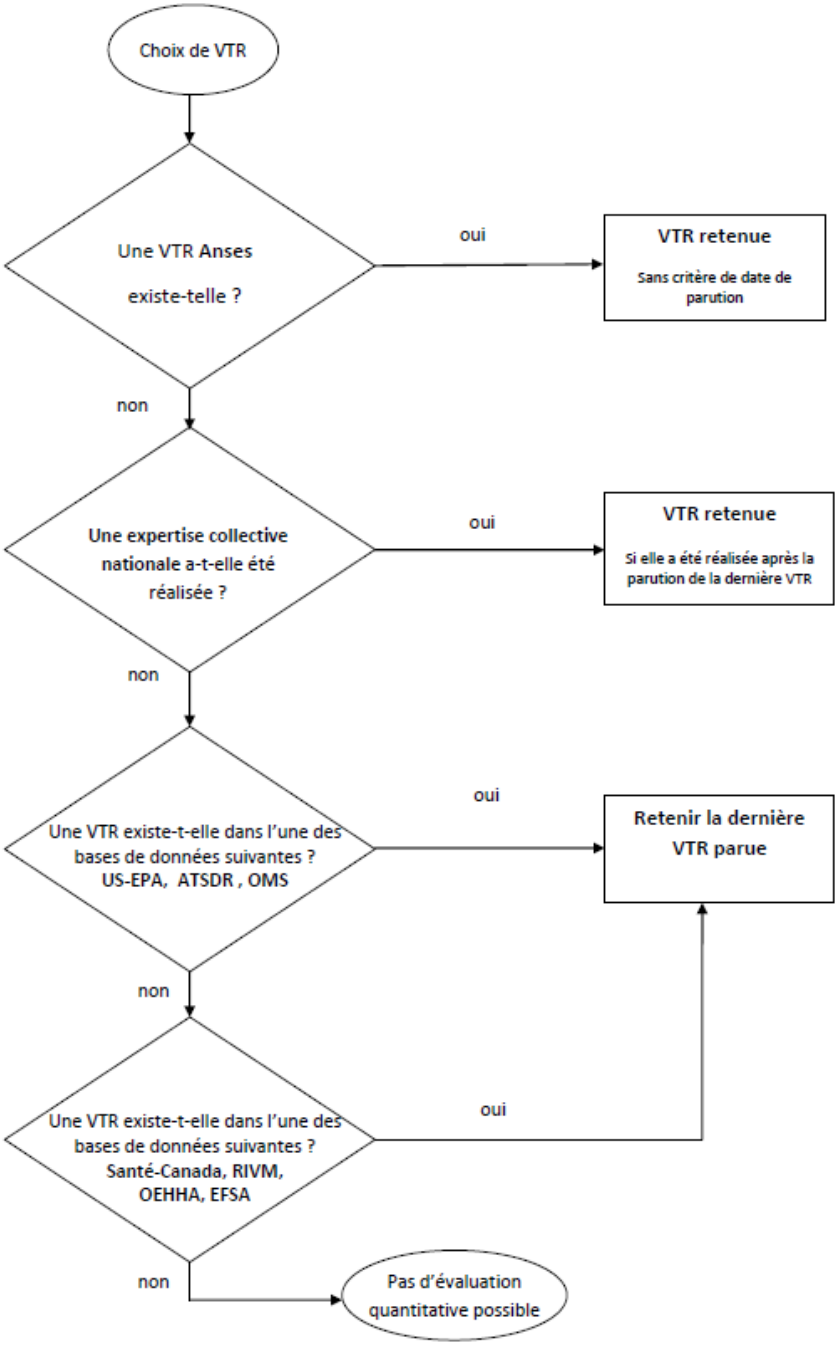
Une seule valeur toxicologique de référence existe dans l'une des bases de données, pour une voie et une durée d'exposition

Utilisation de la VTR sous réserve :

- Bonne adéquation de la durée d'exposition (par exemple : pas d'utilisation d'une valeur toxicologique aiguë pour une exposition chronique) ;
- Pas de transposition voies à voies de la VTR (par exemple : pas de transposition de la VTR par voie orale en une VTR par voie respiratoire)

Plusieurs valeurs toxicologiques de référence existent dans les bases de données (Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA ou EFSA) pour une même voie et une même durée d'exposition.

Application du logigramme de sélection des VTR lorsqu'il existe plusieurs VTR pour une voie et une durée d'exposition



Annexe 4. Méthodes de prélèvement

Cette annexe contient 2 pages.

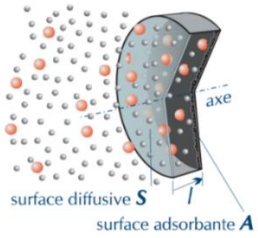
Matrice Air

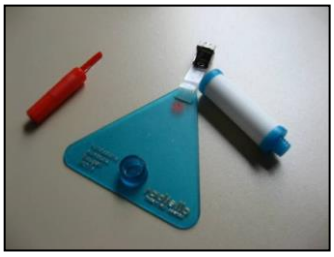
Composés en phase gazeuse : Les composés en phase gazeuse, sont collectés par méthode passive.

Cette méthode ne nécessite pas d'alimentation électrique et l'analyse chimique en laboratoire des supports fournit une valeur moyenne (concentration des polluants gazeux) pendant la durée d'exposition.

Le tube contient un absorbant adapté pour le piégeage du polluant que l'on veut mesurer. Le prélèvement de l'échantillon s'effectue par une méthode naturelle. Celle-ci repose sur le principe de la diffusion passive des molécules sur le milieu absorbant. Quand l'échantillonneur est exposé, un gradient de concentration s'établit entre l'air à l'extérieur du tube et l'air en contact avec la surface de l'adsorbant. Ce différentiel de concentration va entraîner une diffusion du composé à travers la membrane poreuse, sans mouvement actif de l'air.

Support Radiello pour les composés en phase gazeuse





Les tubes passifs sont reconnus et décrits par la norme Européenne EN 13528:2002 « Ambient Air Quality – Diffusive samplers for the determination of gases and vapours – requirements and test methods ».

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire TERA Environnement.

Poussières PM10

Les poussières ont été mesurées par micro-capteurs de la gamme NOCEO. Ces instruments permettent l'analyse en ligne des poussières. Les poussières sont détectés au sein d'une cellule de mesure par un laser, puis converties selon leur diamètre en masse.

Sols superficiels

Pour les sols, les prélèvements ont été réalisés sur ce milieu en chacun des points au niveau du sol superficiel (0-5 cm).

Pour l'ensemble des prélèvements de sols tant en surface que sur l'horizon racinaire, les échantillons ont été prélevés à l'aide d'une tarière manuelle.

Pour chacun des échantillons, 5 points de prélèvements ont été réalisés dans une maille de 1 m². Ainsi, les échantillons analysés sont tous des échantillons composites.

Le volume d'un échantillon composite est de 250 ml, ce qui est compatible avec les quantités minimales à prélever recommandées par le laboratoire.

L'échantillonnage est réalisé conformément aux bonnes pratiques en vigueur et selon les normes de la série NF ISO 18400 « Qualité du sol – échantillonnage ».

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire MICROPOLLUANT TECHNOLOGIES.

Annexe 5. Fiches de Prélèvement

Cette annexe contient 3 pages.

FICHE DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS - MESURES SUR SUPPORT PASSIF

Semaine 1

Client:	KNDS	Projet:	APLB.P.0041
Site :	La Chapelle St-Ursin	Contrat de vente:	APLB.P.0012
Opérateur:	SAU		

Méthode de stockage :	Réfigérateur
Nom du laboratoire :	TERA ENVIRONNEMENT
Date d'envoi au laboratoire :	14/07/2025

Temp. moy. (°C)	25

Paramètre	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5
Typologie du point	Riverains	Riverains	Riverains	Riverains	Témoin
Distance au site (m)	1000	900	1600	600	5800
Coordonnées X - Lambert 93	648101	647135	645201	646005	644449
Coordonnées Y - Lambert 93	6660850	6661423	6659899	6661123	6666169
Date et heure de pose	23/06/2025 13:00	23/06/2025 13:41	23/06/2025 14:18	23/06/2025 16:30	23/06/2025 17:15
Date et heure de dépose	30/06/2025 11:30	30/06/2025 10:55	30/06/2025 10:10	30/06/2025 10:35	30/06/2025 12:07
Hauteur au sol (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Temps d'exposition (jours)	7	7	7	7	7
Analyses à réaliser	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX
Référence Radiello 145	5485	5519	5002	5806	5721
Référence Radiello 166	JE752	JE751	JE753	JE750	JE748
Référence Radiello 169	JE755	JE759	JE754	JE756	JE749

FICHE DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS - MESURES SUR SUPPORT PASSIF

Semaine 2

Client:	KNDS	Projet:	APLB.P.0041
Site :	La Chapelle St-Ursin	Contrat de vente:	APLB.P.0012
Opérateur:	SAU		

Méthode de stockage :	Réfigérateur
Nom du laboratoire :	TERA ENVIRONNEMENT
Date d'envoi au laboratoire :	14/07/2025

Temp. moy. (°C)	25

Paramètre	Pt 1	Pt 2	Pt 3	Pt 4	Pt 5
Typologie du point	Riverains	Riverains	Riverains	Riverains	Témoin
Distance au site (m)	1000	900	1600	600	5800
Coordonnées X - Lambert 93	648101	647135	645201	646005	644449
Coordonnées Y - Lambert 93	6660850	6661423	6659899	6661123	6666169
Date et heure de pose	30/06/2025 11:30	30/06/2025 10:55	30/06/2025 10:10	30/06/2025 10:35	30/06/2025 12:07
Date et heure de dépose	07/07/2025 10:05	07/07/2025 10:53	07/07/2025 11:33	07/07/2025 11:20	07/07/2025 12:08
Hauteur au sol (m)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Temps d'exposition (jours)	7	7	7	7	7
Analyses à réaliser	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX	NO2, SO2, HF, HCl, BTEX
Référence Radiello 145	5625	5493	1618	5634	5170
Référence Radiello 166	JE761	JE763	JE762	JE760	A548E
Référence Radiello 169	JE764	JE767	JE765	JE766	JE768

FICHE DE PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS - SOLS

Client:	KNDS	Projet:	APLB.P.0041
Site :	La Chapelle St-Ursin	Contrat de vente:	APLB.P.0012
Opérateur:	SAU		

Méthode de stockage :	Réfigérateur
Nom du laboratoire :	MICROPOLLUANT TECHNOLOGIE
Date d'envoi au laboratoire :	01/07/2025

Paramètre	Pt 1	Pt 3	Pt 5	Pt 6
Typologie du point	Riverains	Riverains	Témoin	Riverains
Distance au site (m)	1000	1600	5800	860
Coordonnées X - Lambert 93	648101	645201	644449	647158
Coordonnées Y - Lambert 93	6660850	6659899	6666169	6660780
Date de Prélèvement	30/06/2025	30/06/2025	30/06/2025	30/06/2025
Type de Sol	Espace Vert	Espace Vert	Espace Vert	Espace Vert
Instrumentation	Tarrière Manuelle	Tarrière Manuelle	Tarrière Manuelle	Tarrière Manuelle
Type de contenant	Verre	Verre	Verre	Verre
Analyses Sols Superficiels (0 - 5 cm)	HAP, Métaux, PCDD/Fs	HAP, Métaux, PCDD/Fs	HAP, Métaux, PCDD/Fs	HAP, Métaux, PCDD/Fs

Annexe 6. PV d’analyses

Cette annexe contient 28 pages.

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES

PAUG007_HAP_R1

BURGEAP Marseille

Madame Amélie BERTRAND

Département Environement Industriel 1030 rue JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N°APLB.P.0096-S DOSSIER APLB-P0041-1 DU 01/07/2025

Echantillon reçu le 02/07/2025 Analyse effectuée le : 5 Jul 2025 23:44

Norme : Méthode Interne Mop C-4/52

Technique : GC_MS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 7.4 °C

(Température Conforme)

Date de prélévement des échantillons : 30/06/2025

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

Date	Description	Validé par
16/07/2025	**Rapport final**	**Paul-Eric LAFARGUE**

Responsable d'analyse

cofrac ESSAIS ACCREDITATION N° 1-1151 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR

L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).
En C-10_27 - V6 - 23/04/21

Référence externe : Point 1
Référence interne : PAUG001

Paramètres	Concentration (mg/kg de MS**)
Naphtalene	< 0,010
Acenaphtylene	< 0,010
Acenaphtene	< 0,010
Fluorene	< 0,010
Phenanthrene	0,031
Anthracene	0,013
Fluoranthene*	0,081
Pyrene	0,066
Benzo(a)anthracene*	0,043
Chrysene*	0,048
Benzo(b)fluoranthene*	0,055
Benzo(k)fluoranthene*	0,025
Benzo(a)pyrene*	0,057
Dibenzo(ah)anthracene*	< 0,010
Indeno(123-cd)pyrene*	0,036
Benzo(ghi)perylene*	0,046
Remarques	/

Paramètres	Concentration (mg/kg de MS**)
Naphtalene	< 0,010
Acenaphtylene	< 0,010
Acenaphtene	< 0,010
Fluorene	< 0,010
Phenanthrene	0,028
Anthracene	< 0,010
Fluoranthene*	0,062
Pyrene	0,058
Benzo(a)anthracene*	0,023
Chrysene*	0,026
Benzo(b)fluoranthene*	0,031
Benzo(k)fluoranthene*	0,014
Benzo(a)pyrene*	< 0,010
Dibenzo(ah)anthracene*	< 0,010
Indeno(123-cd)pyrene*	< 0,010
Benzo(ghi)perylene*	< 0,010
Remarques	/

Paramètres	Concentration (mg/kg de MS**)
Naphtalene	0,027
Acenaphtylene	0,53
Acenaphtene	0,021
Fluorene	0,032
Phenanthrene	0,48
Anthracene	0,52
Fluoranthene*	2,6
Pyrene	1,9
Benzo(a)anthracene*	1,2
Chrysene*	1,2
Benzo(b)fluoranthene*	2,0
Benzo(k)fluoranthene*	0,76
Benzo(a)pyrene*	1,8
Dibenzo(ah)anthracene*	0,35
Indeno(123-cd)pyrene*	1,2
Benzo(ghi)perylene*	1,3
Remarques	Risque de sur-quantification lié à l'effet matriciel pour certains composés

Référence externe : Point 6
Référence interne : PAUG004

Paramètres	Concentration (mg/kg de MS**)
Naphtalene	0,016
Acenaphtylene	0,030
Acenaphtene	0,013
Fluorene	< 0,010
Phenanthrene	0,19
Anthracene	0,032
Fluoranthene*	0,36
Pyrene	0,27
Benzo(a)anthracene*	0,15
Chrysene*	0,21
Benzo(b)fluoranthene*	0,25
Benzo(k)fluoranthene*	0,10
Benzo(a)pyrene*	0,17
Dibenzo(ah)anthracene*	0,047
Indeno(123-cd)pyrene*	0,16
Benzo(ghi)perylene*	0,17
Remarques	/

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

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

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **5 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES
PAUG001_MAA_R1

BURGEAP Marseille

Madame Amélie BERTRAND

Département Environement Industriel 1030 rue JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N°APLB.P.0096-S DOSSIER APLB-P0041-1 DU 01/07/2025

Echantillon reçu le 02/07/2025 Analyse effectuée le : 02/07/2025

Norme : NF ISO 11465

Technique : GRAVIMETRIE

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 7.4 °C

(Température Conforme)

Date de prélévement des échantillons : 30/06/2025

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

Date	Description	Validé par
03/07/2025	**Rapport final**	**Fanny GENTIL**

Responsable d'analyse

cofrac ESSAIS ACCREDITATION N° 1-1151 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR

L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).
En C-10/98 – V5 – 01/07/25

Référence externe : Point 1
Référence interne : PAUG001

Teneur en matière sèche (%) *	96.4
Refus des matières indésirables avant analyses (%)	7

Référence externe : Point 3
Référence interne : PAUG002

Teneur en matière sèche (%) *	92.4
Refus des matières indésirables avant analyses (%)	2

Référence externe : Point 5
Référence interne : PAUG003

Teneur en matière sèche (%) *	94.9
Refus des matières indésirables avant analyses (%)	10

Référence externe : Point 6
Référence interne : PAUG004

Teneur en matière sèche (%) *	98.3
Refus des matières indésirables avant analyses (%)	11

Légende: < Valeur (caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **2 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES

PAUG002_CHR_R1

BURGEAP Marseille

Madame Amélie BERTRAND

Département Environement Industriel 1030 rue JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N°APLB.P.0096-S DOSSIER APLB-P0041-1 DU 01/07/2025

Echantillon reçu le 02/07/2025 Analyse effectuée le : 04/07/2025

Norme : Méthode interne

Technique : Spectrophotométrie

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 7.4 °C

(Température Conforme)

Date de prélévement des échantillons : 30/06/2025

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

Date	Description	Validé par
07/07/2025	**Rapport final**	**Justine HILAIRE** 

Responsable d'analyse

Référence externe : Point 1
Référence interne : PAUG001

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

Référence externe : Point 3
Référence interne : PAUG002

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

Référence externe : Point 5
Référence interne : PAUG003

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

Référence externe : Point 6
Référence interne : PAUG004

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

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

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **2 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES

PAUG004_MET_R1

BURGEAP Marseille

Madame Amélie BERTRAND

Département Environement Industriel 1030 rue JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références : N°APLB.P.0096-S DOSSIER APLB-P0041-1 DU 01/07/2025

Echantillon reçu le : 02/07/2025 Analyse effectuée le : 10-11/07/2025

Norme : Méthode interne Mop C-4/72

Technique : ICP_MS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 7.4 °C

(Température Conforme)

Date de prélévement des échantillons : 30/06/2025

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

Solution de minéralisation employée : Eau régale
Conditions de minéralisation : Bloc chauffant

Date	Description	Validé par
15/07/2025	**Rapport final**	**Mamoune EL HIMRI**

Responsable d'analyse

cofrac ESSAIS ACCREDITATION N° 1-1151 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR

L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).
En C-10/49 - V9 - 10/02/22

Référence externe : Point 1
Référence interne : PAUG001

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	70,6
Mn *	749
Co *	11,3
Ni *	22,5
Cu *	10,9
Zn *	87,5
As *	13,8
Se *	3,47
Cd *	0,379
Sb	0,605
Tl	<0,5
Pb *	27,0

Référence externe : Point 3
Référence interne : PAUG002

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	50,8
Mn *	259
Co *	5,36
Ni *	12,4
Cu *	11,8
Zn *	87,3
As *	11,2
Se *	1,51
Cd *	0,267
Sb	0,654
Tl	<0,5
Pb *	12,0

Référence externe : Point 5
Référence interne : PAUG003

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	48,4
Mn *	365
Co *	9,69
Ni *	16,2
Cu *	13,8
Zn *	141
As *	8,97
Se *	3,50
Cd *	0,252
Sb	<0,5
Tl	<0,5
Pb *	32,9

Référence externe : Point 6
Référence interne : PAUG004

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	27,4
Mn *	365
Co *	12,1
Ni *	55,9
Cu *	65,3
Zn *	1 213
As *	9,72
Se *	1,47
Cd *	3,01
Sb	3,34
Tl	<0,5
Pb *	302

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **3 page(s) et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

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

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **4 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Tél : 03 87.50.60.70
Fax : 03 87.50.81.31

RAPPORT D'ANALYSES
PAUG005_PCD_R1

BURGEAP Marseille
Madame Amélie BERTRAND
Département Environement Industriel
1030 rue JRGG de la Lauzière - Les Milles
13 290 AIX EN PROVENCE

Vos références : N°APLB.P.0096-S DOSSIER APLB-P0041-1 DU 01/07/2025

DESCRIPTIF DE L'ANALYSE DE DIOXINES / FURANES

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

Norme : Méthode interne MOp C-4/56
Technique : HRGC_HRMS

Date de prélèvement : 30/06/2025

Nom du préleveur : NC

Température de réception des échantillons : 7 ;4°C

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

Date	Description	Validé par
15/07/2025	RAPPORT FINAL	Paul-Eric LAFARGUE Responsable d'analyses

cofrac ESSAIS
ACCREDITATION N° 1-1151 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **5 page(s) et 0 annexe(s).**
L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.
En C-10/19 – V10 – 02/06/2025

Echantillon reçu le : 02/07/2025

Référence Interne	**PAUG001**
Référence Externe	**Point 1**
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	96,4
Masse de matière sèche analysée (g)	2,973
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	**Concentration (pg/g de MS)**	**TEF (NATO)**	**TEQ (min)**	**TEQ (max)**	**% Rec. 13C**
2,3,7,8 TCDD *	< 0,086	1	0,000	0,086	100
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,113	0,5	0,057	0,057	78
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,116	0,1	0,012	0,012	78
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,199	0,1	0,020	0,020	69
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,123	0,1	0,012	0,012	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	2,656	0,01	0,027	0,027	63
OCDD *	11,412	0,001	0,011	0,011	62
Dioxines	**14,619 < Total < 14,705**				
2,3,7,8 TCDF *	0,142	0,1	0,014	0,014	64
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,114	0,05	0,000	0,006	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	0,227	0,5	0,114	0,114	73
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,341	0,1	0,034	0,034	63
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,353	0,1	0,035	0,035	61
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,557	0,1	0,056	0,056	68
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,153	0,1	0,015	0,015	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	2,398	0,01	0,024	0,024	50
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	0,394	0,01	0,004	0,004	/
OCDF *	3,239	0,001	0,003	0,003	48
Furannes	**7,805 < Total < 7,919**				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)		**0,438**	**0,529**
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)		**0,481**	**0,573**
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)		**0,438**	**0,528**
Total TCDD	< 1,894		
Total PeCDD	< 1,465		
Total HxCDD	2,452		
Total HpCDD	5,124		
Total PCDD	**18,987 < Total < 22,346**		
Total TCDF	< 5,049		
Total PeCDF	< 3,174		
Total HxCDF	3,282		
Total HpCDF	4,231		
Total PCDF	**10,751 < Total < 18,974**		

Marquage de l'extrait avant injection	Le 10/07/2025 à 08:28
Analyse par GC/HRMS	Le 12/07/2025 à 15:55

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

Echantillon reçu le : 02/07/2025

Référence Interne	**PAUG002**
Référence Externe	**Point 3**
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	92,4
Masse de matière sèche analysée (g)	2,878
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	**Concentration (pg/g de MS)**	**TEF (NATO)**	**TEQ (min)**	**TEQ (max)**	**% Rec. 13C**
2,3,7,8 TCDD *	< 0,095	1	0,000	0,095	96
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,213	0,5	0,000	0,107	64
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,191	0,1	0,019	0,019	86
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,333	0,1	0,033	0,033	79
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,346	0,1	0,035	0,035	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	7,052	0,01	0,071	0,071	73
OCDD *	33,576	0,001	0,034	0,034	69
Dioxines	**41,498 < Total < 41,805**				
2,3,7,8 TCDF *	0,500	0,1	0,050	0,050	71
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,377	0,05	0,019	0,019	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	0,404	0,5	0,202	0,202	62
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,572	0,1	0,057	0,057	69
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,754	0,1	0,075	0,075	68
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	1,436	0,1	0,144	0,144	72
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,372	0,1	0,037	0,037	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	6,437	0,01	0,064	0,064	58
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	1,737	0,01	0,017	0,017	/
OCDF *	44,034	0,001	0,044	0,044	52
Furannes	**56,623**				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)		**0,901**	**1,103**
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)		**0,831**	**1,139**
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)		**0,758**	**1,066**
Total TCDD	< 2,079		
Total PeCDD	< 2,987		
Total HxCDD	5,943		
Total HpCDD	12,657		
Total PCDD	**52,176 < Total < 57,242**		
Total TCDF	< 7,790		
Total PeCDF	< 4,086		
Total HxCDF	6,983		
Total HpCDF	12,788		
Total PCDF	**63,806 < Total < 75,682**		

Marquage de l'extrait avant injection	Le 10/07/2025 à 08:28
Analyse par GC/HRMS	Le 12/07/2025 à 16:35

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

Echantillon reçu le : 02/07/2025

Référence Interne	**PAUG003**
Référence Externe	**Point 5**
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	94,9
Masse de matière sèche analysée (g)	2,937
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	**Concentration (pg/g de MS)**	**TEF (NATO)**	**TEQ (min)**	**TEQ (max)**	**% Rec. 13C**
2,3,7,8 TCDD *	< 0,096	1	0,000	0,096	95
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,145	0,5	0,073	0,073	65
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,192	0,1	0,019	0,019	82
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,339	0,1	0,034	0,034	75
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,380	0,1	0,038	0,038	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	7,481	0,01	0,075	0,075	69
OCDD *	30,961	0,001	0,031	0,031	70
Dioxines	**39,498 < Total < 39,594**				
2,3,7,8 TCDF *	1,276	0,1	0,128	0,128	68
1,2,3,7,8 PeCDF *	1,073	0,05	0,054	0,054	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	1,193	0,5	0,597	0,597	62
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	8,547	0,1	0,855	0,855	68
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	7,451	0,1	0,745	0,745	64
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	4,581	0,1	0,458	0,458	72
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	1,666	0,1	0,167	0,167	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	105,348	0,01	1,053	1,053	56
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	22,167	0,01	0,222	0,222	/
OCDF *	153,371	0,001	0,153	0,153	55
Furannes	**306,673**				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)		**4,700**	**4,796**
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)		**4,607**	**4,703**
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)		**4,384**	**4,480**
Total TCDD	2,639		
Total PeCDD	2,705		
Total HxCDD	5,074		
Total HpCDD	14,369		
Total PCDD	**55,748**		
Total TCDF	63,884		
Total PeCDF	21,641		
Total HxCDF	66,461		
Total HpCDF	187,235		
Total PCDF	**492,593**		

Marquage de l'extrait avant injection	Le 10/07/2025 à 08:28
Analyse par GC/HRMS	Le 12/07/2025 à 17:14

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

Echantillon reçu le : 02/07/2025

Référence Interne	**PAUG004**
Référence Externe	**Point 6**
Nature	Sol
Taux de matière sèche (%)	98,3
Masse de matière sèche analysée (g)	2,990
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	**Concentration (pg/g de MS)**	**TEF (NATO)**	**TEQ (min)**	**TEQ (max)**	**% Rec. 13C**
2,3,7,8 TCDD *	0,134	1	0,134	0,134	94
1,2,3,7,8 PeCDD *	0,489	0,5	0,245	0,245	65
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,506	0,1	0,051	0,051	81
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	1,665	0,1	0,167	0,167	73
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	1,116	0,1	0,112	0,112	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	30,175	0,01	0,302	0,302	68
OCDD *	149,129	0,001	0,149	0,149	67
Dioxines	**183,214**				
2,3,7,8 TCDF *	2,388	0,1	0,239	0,239	67
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,771	0,05	0,039	0,039	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	2,010	0,5	1,005	1,005	61
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	2,417	0,1	0,242	0,242	66
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	2,586	0,1	0,259	0,259	63
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	3,114	0,1	0,311	0,311	69
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,994	0,1	0,099	0,099	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	17,988	0,01	0,180	0,180	53
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	3,092	0,01	0,031	0,031	/
OCDF *	24,918	0,001	0,025	0,025	53
Furannes	**60,278**				

TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)		**3,587**	**3,587**
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)		**3,675**	**3,675**
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)		**3,292**	**3,292**
Total TCDD	3,690		
Total PeCDD	10,547		
Total HxCDD	23,412		
Total HpCDD	54,986		
Total PCDD	**241,765**		
Total TCDF	32,556		
Total PeCDF	24,188		
Total HxCDF	23,707		
Total HpCDF	36,894		
Total PCDF	**142,264**		

Marquage de l'extrait avant injection	Le 10/07/2025 à 08:28
Analyse par GC/HRMS	Le 12/07/2025 à 17:54

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

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES
PAUG006_MEG_R1

BURGEAP Marseille

Madame Amélie BERTRAND

Département Environement Industriel 1030 rue JRGG de la Lauzière - Les Milles

13 290 - AIX EN PROVENCE

Vos références N°APLB.P.0096-S DOSSIER APLB-P0041-1 DU 01/07/2025

Echantillon reçu le 02/07/2025 Analyse effectuée le : 10/07/2025

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Sol

Température de réception des échantillons : 7.4 °C

(Température Conforme)

Date de prélévement des échantillons : 30/06/2025

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

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

Date	Description	Validé par
16/07/2025	**Rapport final**	**Mamoune EL HIMRI**

Responsable d'analyse

cofrac ESSAIS ACCREDITATION N° 1-1151 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR

L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*).
En C-10/71 – V5 – 10/02/2022

Référence externe : Point 1
Référence interne : PAUG001

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

Référence externe : Point 3
Référence interne : PAUG002

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

Référence externe : Point 5
Référence interne : PAUG003

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

Référence externe : Point 6
Référence interne : PAUG004

Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg *	0.201

Pour information

Eléments	LQ (mg/kg de MS)
Hg*	0,1

Légende: < Valeur(caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification
Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

** MB: Matière brute
** MS: Matière sèche

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **3 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

RAPPORT D'ESSAIS

Accréditation 1-5598, portée disponible sur cofrac.fr

Affaire N° 25AF32333 Commande N° APLB.P.0080-S

Présentation générale

Affaire N°	25AF32333	**Version du rapport :**	0
Client :	BURGEAP 13	**Référence client :**	APLB-P0041-1
Adresse :	1030, r. Jean-René Guillibert , 13290 Aix-en-Provence		
Commande client :	APLB.P.0080-S	**Devis client :**	25DE40025
Date de fin des prélèvements :	07/07/2025		
Date de réception des échantillons :	15/07/2025	**Rapport transmis le :**	29/07/2025
Réserves éventuelles :			

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. TERA Environnement n'est pas responsable des informations transmises par le client et se dégage de toute responsabilité relative aux durées, températures, volumes de prélèvement ou emplacements notamment. Les concentrations calculées ne sont donc jamais portées par l'accréditation et sont sujettes à caution. Pour les prélèvements passifs, si la température d'exposition n'est pas renseignée, elle sera considérée à 20°C par défaut. Les résultats s'appliquent aux échantillons tels qu'ils ont été reçus.
Les milieux sont spécifiés ainsi : AIA=Air ambiant / ALT=Air des Lieux de Travail / AGA=Gaz des sols -Emission-Air des lieux de travail / AEX=Air à l'émission / GDS=Gaz contenus dans les sols / Eau=Eaux / QAI = Qualité de l'air intérieur / HTS= Hautes technologies - Santé / LAR=LABREF30-ERP / DIV=Divers / SUR=Conta de surface / ADBLUE / CAP=Location de capteurs
Dans la suite du rapport, seuls les paramètres notés avec un (c) sont couverts par l'accréditation cofrac essais .

Présentation des échantillons - Nombre total d'échantillons : 21

Paramètres à analyser	Milieu	Références échantillons	Emplacement client	Température d'exposition	Exposition(min)
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE755	1	20°C	9990
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE759	2	20°C	9914
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE754	3	20°C	9832
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE756	4	20°C	9725
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE749	5	20°C	9772
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE764	1	20°C	9995
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE767	2	20°C	10078
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE765	3	20°C	10163
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE766	4	20°C	10125
Acide Chlorhydrique (-HCl)	AIA	JE768	5	20°C	10081
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE752	1	20°C	9990
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE751	2	20°C	9914
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE753	3	20°C	9832
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE750	4	20°C	9725
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE748	5	20°C	9772
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE761	1	20°C	9995
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE763	2	20°C	10078
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE762	3	20°C	10163
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	JE760	4	20°C	10125
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	A548E	5	20°C	10081
HF, NO2 et SO2 sur support passif	AIA	BLANC		20°C	/

RAPPORT D'ESSAIS

Affaire N° 25AF32333 Commande APLB.P.0080-S

Rad code 166 pour NO2/SO2/HF ***Numéro de lot : 25081C28*** ***Lieu de réalisation des essais : Crolles*** ***Date d'essais : 19/07/2025***

		Résultat en µg							
Composés	**No CAS**	**JE752**	**JE751**	**JE753**	**JE750**	**JE748**	**JE761**	**JE763**	**JE762**
Acide Fluorhydrique (-HF)(c)	7664-39-3	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30
Dioxyde d'azote (NO2)(c)	10102-44-0	1.7	2.2	1.9	2.8	1.9	2.0	3.3	1.9
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30	<0.30

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 166 pour NO2/SO2/HF ***Numéro de lot : 25081C28*** ***Lieu de réalisation des essais : Crolles*** ***Date d'essais : 19/07/2025***

		Résultat en µg		
Composés	**No CAS**	**JE760**	**A548E**	**BLANC**
Acide Fluorhydrique (-HF)(c)	7664-39-3	<0.30	<0.30	<0.30
Dioxyde d'azote (NO2)(c)	10102-44-0	2.5	2.5	<1.0
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.30	<0.30	<0.30

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 166 pour NO2/SO2/HF

		Résultat en µg/m³							
Composés	**No CAS**	**JE752**	**JE751**	**JE753**	**JE750**	**JE748**	**JE761**	**JE763**	**JE762**
Acide Fluorhydrique (-HF)	7664-39-3	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16	<0.16
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	2.5	3.4	2.9	4.5	3.0	3.1	5.0	2.9
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.26	<0.26	<0.26	<0.26	<0.26	<0.26	<0.25	<0.25

Rad code 166 pour NO2/SO2/HF

		Résultat en µg/m³		
Composés	**No CAS**	**JE760**	**A548E**	**BLANC**
Acide Fluorhydrique (-HF)	7664-39-3	<0.16	<0.16	-
Dioxyde d'azote (NO2)	10102-44-0	3.8	3.8	-
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.25	<0.25	-

RAPPORT D'ESSAIS

Affaire N° 25AF32333 Commande N° APLB.P.0080-S

Rad code 169 pour HCl	*Numéro de lot : 25029A31*	*Lieu de réalisation des essais : Crolles*	*Date d'essais : 19/07/2025*

Résultat en µg

Composés	No CAS	JE755	JE759	JE754	JE756	JE749	JE764	JE767	JE765
Acide Chlorhydrique (-HCl)(c)	7647-01-0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 169 pour HCl	*Numéro de lot : 25029A31*	*Lieu de réalisation des essais : Crolles*	*Date d'essais : 19/07/2025*

Résultat en µg

Composés	No CAS	JE766	JE768
Acide Chlorhydrique (-HCl)(c)	7647-01-0	<1.0	<1.0

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 169 pour HCl

Résultat en µg/m³

Composés	No CAS	JE755	JE759	JE754	JE756	JE749	JE764	JE767	JE765
Acide Chlorhydrique (-HCl)	7647-01-0	<1.00	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.00	<0.99	<0.98

Rad code 169 pour HCl

Résultat en µg/m³

Composés	No CAS	JE766	JE768
Acide Chlorhydrique (-HCl)	7647-01-0	<0.98	<0.99

RAPPORT D'ESSAIS

Affaire N° 25AF32333 Commande N° APLB.P.0080-S

Annexe

Composés	Supports	Norme	Technique analytique	Incertitude basse %	Incertitude haute %	LQ	Unité
Dioxyde d'azote (NO2)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	NF EN 16339	CICD	18	20	1,0	µg
Dioxyde de Soufre (SO2)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	20	20	0,3	µg
Acide Fluorhydrique (-HF)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	18	19	0,3	µg
Acide Chlorhydrique (-HCl)	Rad code 169 pour HCl	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	23	18	1,0	µg

Approbation

Nom(s) **Fiona PELLETIER**

Visa(s)



FIN DU RAPPORT

RAPPORT D'ESSAIS

Affaire N° 25AF32687 Commande N° APLB.P.0129-S

Présentation générale

Affaire N°	25AF32687	**Version du rapport :**	0
Client :	BURGEAP 13	**Référence client :**	-
Adresse :	1030, r. Jean-René Guillibert , 13290 Aix-en-Provence		
Commande client :	APLB.P.0129-S	**Devis client :**	25DE40386_V1
Date de fin des prélèvements :	07/07/2025		
Date de réception des échantillons :	29/07/2025	**Rapport transmis le :**	11/08/2025
Réserves éventuelles :			

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. TERA Environnement n'est pas responsable des informations transmises par le client et se dégage de toute responsabilité relative
Les milieux sont spécifiés ainsi : AIA=Air ambiant / ALT=Air des Lieux de Travail / AGA=Gaz des sols -Emission-Air des lieux de travail / AEX=Air à l'émission / GDS=Gaz contenus dans les sols /

Présentation des échantillons - Nombre total d'échantillons : 11

Paramètres à analyser	Milieu	Références échantillons	Emplacement client	Température	Exposition(min)
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5485	1	20°C	9990
Naphtalène	AIA	5485	1	20°C	9990
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5519	2	20°C	9914
Naphtalène	AIA	5519	2	20°C	9914
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5002	3	20°C	9832
Naphtalène	AIA	5002	3	20°C	9832
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5806	4	20°C	9725
Naphtalène	AIA	5806	4	20°C	9725
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5721	5	20°C	9772
Naphtalène	AIA	5721	5	20°C	9772
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5625	1	20°C	9995
Naphtalène	AIA	5625	1	20°C	9995
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5493	2	20°C	10078
Naphtalène	AIA	5493	2	20°C	10078
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	1618	3	20°C	10163
Naphtalène	AIA	1618	3	20°C	10163
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5634	4	20°C	10125
Naphtalène	AIA	5634	4	20°C	10125
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5170	5	20°C	10081
Naphtalène	AIA	5170	5	20°C	10081
Pack BTEX (Basse LQ)	AIA	5785	BLANC	20°C	
Naphtalène	AIA	5785	BLANC	20°C	

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

RAPPORT D'ESSAIS

Affaire N° 25AF32687 Commande N° APLB.P.0129-S

Rad code 145 COVs basse LQ ***Lieu de réalisation des essais : Crolles*** ***Date d'essais : 30/07/2025***

Résultat en ng

Composés	No CAS	5485	5519	5002	5806	5721	5625	5493	1618
Benzène	71-43-2	88.3	113	111	165	101	77.9	84.2	91.8
Toluène	108-88-3	164	360	243	222	227	160	263	231
Ethylbenzène	100-41-4	112	100	74.9	219	62.3	42.2	57.9	40.6
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	161	215	127	583	107	74.9	134	79.1
o-Xylène	95-47-6	69.7	86.3	45.3	227	47.4	28.3	50.2	30.3
Naphtalène	91-20-3	25.4	29.5	23.1	26.6	22.4	<5.0	<5.0	<5.0

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 145 COVs basse LQ ***Lieu de réalisation des essais : Crolles*** ***Date d'essais : 30/07/2025***

Résultat en ng

Composés	No CAS	5634	5170	5785
Benzène	71-43-2	99.7	75.6	28.8
Toluène	108-88-3	199	232	6.4
Ethylbenzène	100-41-4	51.5	43.7	<5.0
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	124	70.5	13.2
o-Xylène	95-47-6	43.5	31.7	<5.0
Naphtalène	91-20-3	7.2	<5.0	<5.0

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Rad code 145 COVs basse LQ

Résultat en µg/m³

Composés	No CAS	5485	5519	5002	5806	5721	5625	5493	1618
Benzène	71-43-2	0.33	0.42	0.42	0.62	0.38	0.29	0.31	0.33
Toluène	108-88-3	0.56	1.2	0.84	0.78	0.79	0.55	0.89	0.78
Ethylbenzène	100-41-4	0.45	0.40	0.30	0.90	0.25	0.17	0.23	0.16
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	0.62	0.84	0.50	2.3	0.42	0.29	0.51	0.30
o-Xylène	95-47-6	0.29	0.36	0.19	0.97	0.20	0.12	0.21	0.12
Naphtalène	91-20-3	0.13	0.15	0.12	0.14	0.12	<0.03	<0.03	<0.03

Rad code 145 COVs basse LQ

Résultat en µg/m³

Composés	No CAS	5634	5170	5785
Benzène	71-43-2	0.36	0.28	-
Toluène	108-88-3	0.67	0.79	-
Ethylbenzène	100-41-4	0.20	0.17	-
(m+p) Xylène	108-38-3/106-42-3	0.47	0.27	-
o-Xylène	95-47-6	0.18	0.13	-
Naphtalène	91-20-3	0.04	<0.03	-

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

RAPPORT D'ESSAIS

Affaire N° 25AF32687 Commande N° APLB.P.0129-S

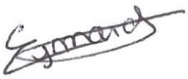
Annexe

Composés	Supports	Norme	Technique analytique	Incertitude basse %	Incertitude haute %	LQ	Unité
Ethylbenzène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5.0	ng
(m+p) Xylène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5.0	ng
Toluène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5.0	ng
Benzène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5.0	ng
Naphtalène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5.0	ng
o-Xylène	Rad code 145 COVs basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30	5.0	ng

Approbation

Nom(s) **Elise EYMARD VERNAIN**

Visa(s)



FIN DU RAPPORT

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

Annexe 7. Principes généraux des calculs d'IEM

Cette annexe contient 2 pages.

Inhalation de substances dans l'air extérieur

Inhalation de substances gazeuses et particulaires

La dose journalière d'exposition par ingestion de végétaux (DJE_i) contenant un polluant *i* s'exprime par suivante:

Pour la voie respiratoire, la dose d'exposition est généralement remplacée par la concentration inhalée. Lorsque l'on considère des expositions de longue durée, on s'intéresse à la concentration moyenne inhalée par jour, retranscrite par l'équation générique suivante :

$$CI = \left(\sum \left(C_i \times t_i\right)\right) F \times \frac{T}{T_m}$$

Avec :

- CI : concentration moyenne d'exposition
- Ci : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant la fraction de temps ti (en mg/m3)
- ti : fraction du temps d'exposition à la concentration Ci pendant une journée
- F : fréquence ou taux d'exposition (nombre annuel d'heures ou de jours d'exposition ramené au nombre total annuel d'heures ou de jours – sans dimension)
- T : durée d'exposition (en années)
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée

Les périodes de temps sur lesquelles l'exposition est moyennée (Tm) sont prises égales à :

- 70 ans (correspondant à la durée de vie considérée par l'ensemble des organismes nationaux et internationaux pour l'établissement de valeurs toxicologiques et l'évaluation des risques) pour les effets cancérigènes quelle que soit la cible considérée,
- T (correspondant à durée d'exposition) pour les effets toxiques à seuil quelle que soit la cible considérée.

Ingestion de sols et poussières

Ingestion de sols et poussières

Le calcul de la dose a été réalisé avec l'équation générique suivante (guide EDR MEDD/BRGM/INERIS, 2000) :

$$DJE_{i,s} = \frac{C_{i,s} * Q_{sol} * T * F}{P * T_m}$$

avec :

- DJEi,s : dose journalière du composé i liée à l'ingestion de sols (en mg/kg/j)
- Ci,s : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)
- Qsol : taux d'ingestion de sols (kg/j)
- T : durée d'exposition (années)
- F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (jours/an),
- P : poids corporel de la cible (kg)
- Tm : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (Tm = T pour les effets à seuil et Tm = 70 ans pour les effets sans seuil)

Le choix de la valeur des paramètres d'exposition est explicité dans le présent rapport. Les quantités de sols et de poussières ingérées considérés sont argumentées.

Les valeurs retenues pour l'ingestion de sols et de poussières en extérieur sont donc de 150 mg/j pour un enfant. Ces valeurs sont représentatives d'une journée d'activité en extérieur sans prise en compte d'un temps de présence sur la journée.

Ainsi, à ces taux d'ingestion de sols seront associées les fréquences d'exposition F1 (j/an) et non à des facteurs F2 (h/j) pour les adultes et enfants dans leurs jardins.

Le poids corporel moyen d'un adulte est fixé à 60 kg pour les adultes à partir de 17 ans (INSERM et OMS). Cette valeur est cohérente avec la moyenne présentée dans le document de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012) sur la base de l'enquête décennale santé 2002-2003 menée par l'INSEE, de 61 kg.

Pour les enfants d'âge inférieur ou égal à 6 ans, nous retiendrons la moyenne des valeurs issues de ce même document pour cette tranche d'âge, soit 15 kg.

Annexe 8. Présentation du logiciel ADMS

Cette annexe contient 5 pages.

Grâce à ses performances techniques, ADMS est considéré par l'INERIS[9] , l'InVS[10] et l'US EPA comme la nouvelle génération (Advanced model) des modèles gaussiens de dispersion atmosphérique. Ses principales caractéristiques techniques sont les suivantes :

Description verticale de la couche atmosphérique (entre la surface et 2000 mètres d'altitude)

L'un des points forts d'ADMS est de ne plus décrire la stabilité de l'atmosphère grâce aux classes de Pasquill-Gifford (utilisées depuis les années 60), mais grâce à des paramètres physiques qui varient de façon continue (analyse d'échelle permettant notamment de caractériser le niveau de turbulence atmosphérique dans les 3 dimensions). Cette nouvelle approche présente deux avantages majeurs :

- Une description continue de l'atmosphère, et non plus sous forme de classes limitant le nombre de situations météorologiques.
- Une description verticale de l'atmosphère, prenant en compte la turbulence atmosphérique générée par le frottement du vent au sol et le réchauffement de la surface par le rayonnement solaire. La couche atmosphérique n'est donc plus considérée comme une couche homogène et les paramètres de dispersion varient dans les 3 dimensions.

Pré-processeur météorologique

ADMS intègre par ailleurs un pré-processeur météorologique, qui recalcule les profils verticaux des paramètres météorologiques (vent, température, turbulence), à partir des données de surface fournies par Météo France et des paramètres du site (occupation des sols et topographie). Une fois les profils verticaux établis, ADMS peut simuler la dispersion des panaches.

ADMS travaille en mode séquentiel horaire ou tri-horaire

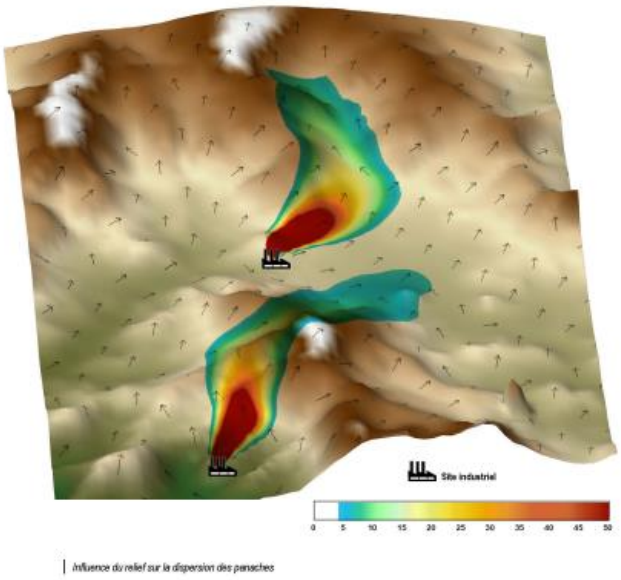
Beaucoup de gaussiens « classiques » travaillent en mode statistique : à partir de données météorologiques horaires ou tri-horaires, ils regroupent les situations météorologiques par classes, et effectuent le calcul de dispersion en attribuant un poids statistique à chacun des résultats. ADMS effectue un calcul de dispersion pour chaque donnée météorologique horaire (de façon automatique et transparente pour l'utilisateur), et cela sur du long-terme (jusqu'à 5 années). De plus, le pré-processeur intégré à ADMS tient compte des conditions météorologiques passées, ce qui permet de prendre en compte l'évolution diurne de la couche atmosphérique (situation convective par exemple), ce qui n'est pas le cas des gaussiens classiques.

Prise en compte du relief

ADMS intègre un modèle fluide diagnostique, FLOWSTAR, qui calcule au besoin les champs de vent et de turbulence en 3D (résolution horizontale de l'ordre de 100 mètres, sur 10 niveaux verticaux) sur tout le domaine d'étude, pour chaque situation météorologique horaire ou tri-horaire. Il utilise les données topographiques directement disponibles auprès de l'IGN. Les modèles gaussiens « classiques » ne prennent généralement en compte le relief que de façon très grossière, en ré-évaluant de façon approximative la hauteur des panaches par rapport au sol. Le vent reste néanmoins constant sur tout le domaine d'étude. La modification de la trajectoire d'un panache liée à la présence d'une colline n'est pas envisageable, contrairement à ce qui est calculé par ADMS (exemple de résultat ci-dessous).

[9] Guide méthodologique « Évaluation des Risques Sanitaires dans les Études d'impact des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement », INERIS 2003.

[10] Rapport « INCINERATEURS ET SANTE, Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM. Etat des connaissances et protocole d'une étude d'exposition » Institut de Veille Sanitaire - Département Santé Environnement, 2003.

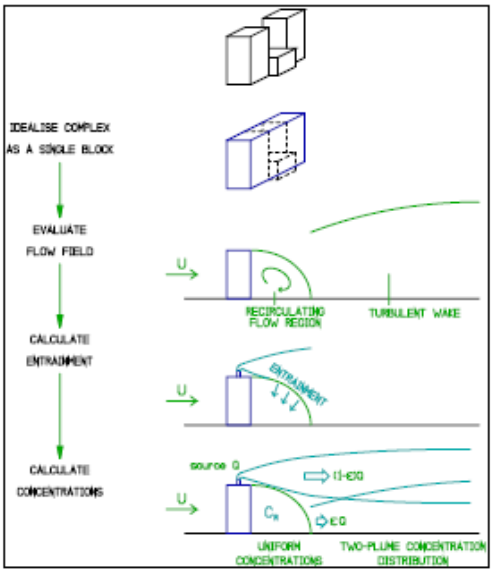


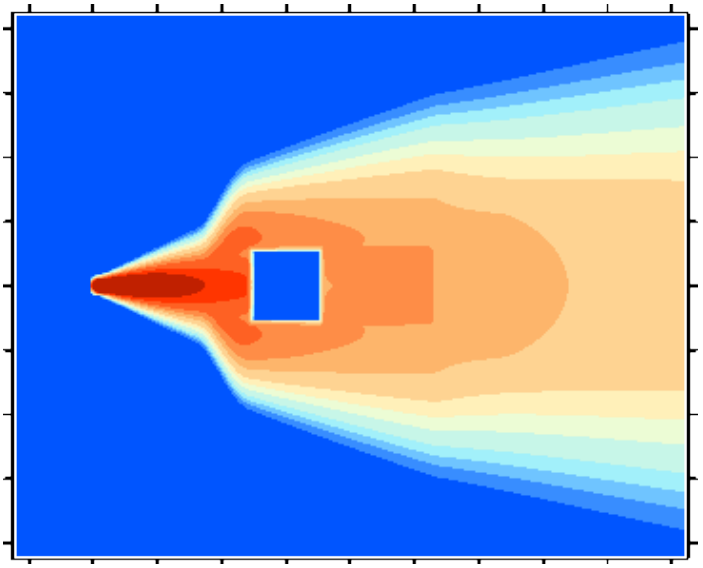
Influence du relief sur la dispersion des panaches

Source :https://www.numtech.fr/contenu/adms6_fr.pdf

Le module bâtiment

Un module de bâtiment (« Buildings Option ») permet de prendre en compte l'influence des bâtiments d'un site industriel sur la dispersion des panaches. A titre d'exemple, un exutoire situé en toiture d'un bâtiment industriel de 30 mètres, sera considéré comme une cheminée de 30 mètres de hauteur placée sur un terrain plat par les modèles gaussiens « classiques ». Au contraire, ADMS peut prendre en compte l'influence des bâtiments susceptibles de fortement perturber la dispersion (rabattement de panache, zones de recirculation…).

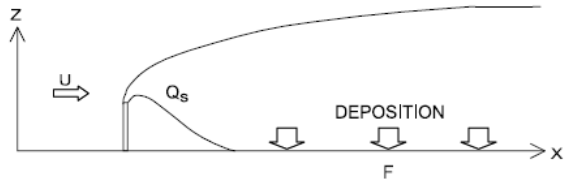
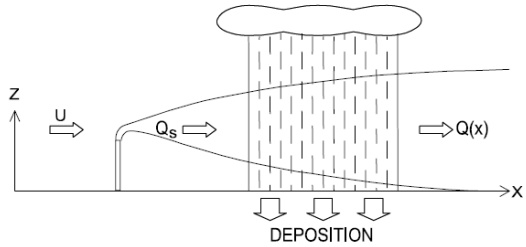




Source :Guide Utilisateur ADMS 6 et https://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-model/options.html

Le modèle de déposition des particules intégré

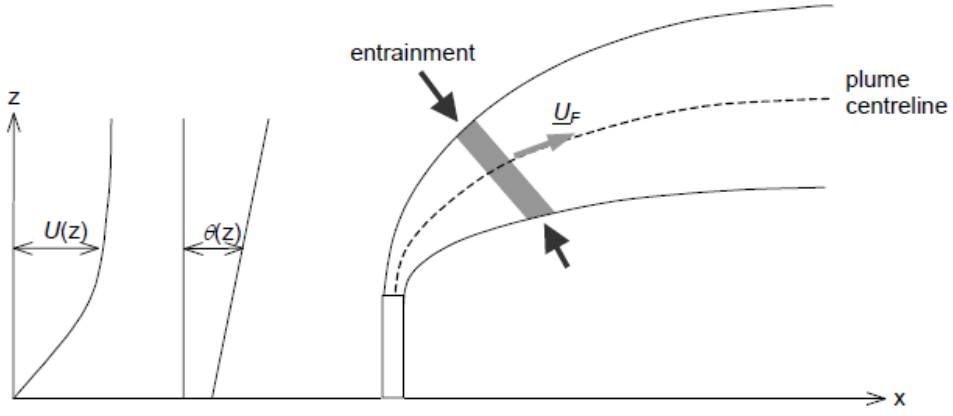
Un module de calcul de dépôt intégré à ADMS permet de prendre en compte les phénomènes de dépôt sec (diffusion au sol des panaches et chute par gravité) et de dépôt humide (lessivage par les précipitations) pour les effluents particulaires.

Dépôt sec	Dépôt humide
	
$F_{dry} = v_d C(x, y, 0)$	$F_{wet} = \int_0^{\infty} \Lambda C \, dz$ $\Lambda = a \times P^b$
Fdry :flux de déposition sec en masse par unité de surface et par unité de temps Vd : vitesse de déposition C(x, y,0) : concentration au sol au point de coordonnées (x,y) pour le polluant considéré	Fwet :flux de déposition humide en masse par unité de surface et par unité de temps Λ : taux de lessivage (en s^{-1}), P : taux de précipitation (en mm/h), a et b : constantes déterminées expérimentalement C(dz) : concentration locale pour le polluant considéré

Le modèle intégral de trajectoire de panache

Le modèle d'élévation (appelé parfois modèle de surélévation) de panache prédit l'élévation de la trajectoire centrale du panache et la progression de la dispersion d'une émission continue d'un rejet chaud ou à fort quantité de mouvement. Il prend en compte les effets de flottabilité et de quantité de mouvement sur l'élévation des panaches, ainsi que les calculs de pénétration, totale ou partielle, des panaches à travers l'inversion thermique.

La théorie sous-jacente est basée sur un modèle intégral dans lequel les équations intégrales de conservation sont résolues pour les flux de masses, de quantité de mouvement et de chaleurs. Le panache est supposé avoir une section circulaire et ses propriétés (vitesse, densité) sont supposées uniformes pour chaque section circulaire mais varient en fonction de la distance à la source. L'entraînement de l'air ambiant à lieu en raison du déplacement du panache par rapport à son environnement et aux turbulences atmosphériques. La vitesse et la température peuvent alors varier avec l'altitude.

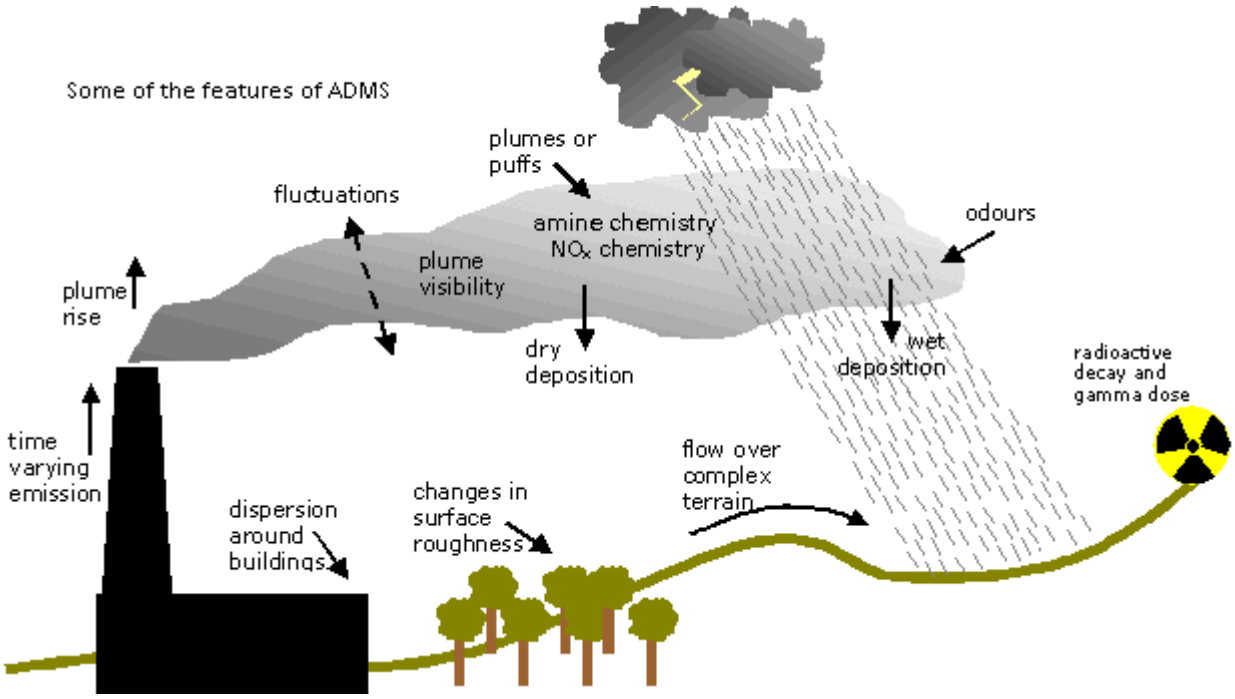


Source :Guide Utilisateur ADMS 6

MODULES INTEGRES AU LOGICIEL ADMS

Outre ses avantages techniques, ADMS intègre dans sa version de base de nombreux modules permettant de faire des calculs spécifiques, qui ne sont souvent pas proposés par les autres modèles de sa catégorie.

- Un module de « bouffée » (« Puff »), qui permet d'étudier la dispersion d'émissions accidentelles en fonction du temps (régime non-stationnaire). Ce module permet de calculer des doses pour des points spécifiques.
- Un module chimique qui permet de calculer la répartition NO/NO2 et la concentration en ozone : en général, les taux d'émissions concernent en effets les NOx, et les valeurs réglementaires le NO2. Un calcul photochimique est donc nécessaire.
- Un module de côte qui permet de prendre en compte l'interface terre/mer lorsque les sites sont situés en bordure de mer.
- Un module qui permet d'entrer des profils temporaires d'émission (exemple : arrêt des installations la nuit ou le week-end), mais également des données horaires d'émission.
- Un module qui permet de modéliser les nuisances olfactives (résultats en unités odeurs et calcul statistique de nombre de dépassement de seuil annuel), et de prendre en compte les fluctuations turbulentes des concentrations à très court-terme (quelques secondes).
- Un module qui permet de calculer les nuisances visuelles des panaches (condensation des panaches en fonction des conditions météorologiques).
- Un module « Radioactivité » qui permet de calculer la décroissance radioactive de polluants spécifiques et la décomposition des isotopes en éléments filles.

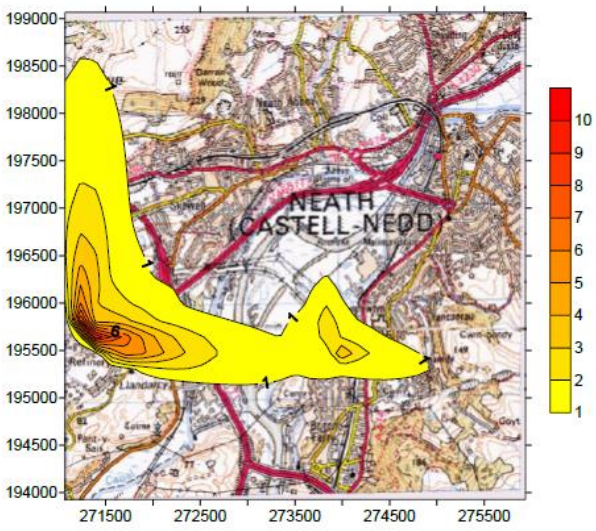


Source : https://www.cerc.co.uk/environmental-software/ADMS-model/options.html

EXPLOITATION DES RESULTATS

Bien que pouvant prendre en compte des phénomènes complexes, le logiciel ADMS reste l'un des plus conviviaux du marché des logiciels de dispersion :

- Interfaçage Windows complet
- Le logiciel intègre un convertisseur de données topographiques, qui permet d'entrer directement les données de relief (données DAD fournies par NUMTECH ou IGN par exemple) dans ADMS. De même, un convertisseur développé par NUMTECH permet d'intégrer directement les données météorologiques nécessaires au calcul de dispersion (données DAD fournies par NUMTECH ou Météo France par exemple).
- ADMS sort les résultats sous format texte (grille, ou tableaux pour des points particuliers). Il possède d'autre part un lien direct avec le logiciel graphique SURFER, qui permet de tracer directement les résultats sous forme de cartographies couleurs (voir ci-dessous). Il intègre également un outil « le Mapper » qui permet désormais le tracé de contours.
- Un lien direct avec les SIG ArcView et MapInfo qui permet d'entrer directement des sources d'émissions à partir de cartes (en « cliquant » sur des cartes), mais aussi de visualiser directement les résultats au format SIG.
- Les simulations ADMS peuvent d'autre part être lancées en procédure automatique « batch », c'est-à-dire les unes après les autres sans intervention de l'utilisateur.



Source :Guide Utilisateur ADMS 6

VALIDATIONS ET REFERENCES

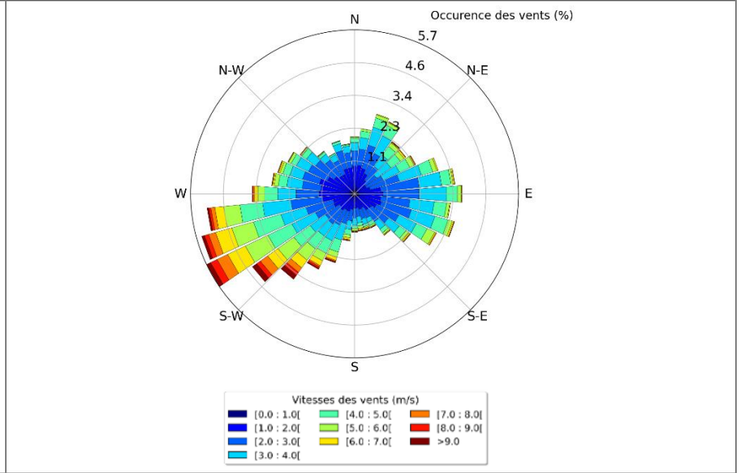
ADMS a été validé internationalement : comparaison modèle/mesures, publication dans des revues scientifiques internationales, présentation régulière aux Conférences internationales d'harmonisation, validation grâce à l'outil européen d'évaluation « Model Validation Kit »,…

A ce titre, ADMS est utilisé par de nombreuses références nationales et internationales : INERIS, AFSSET, IRSN, Météo France, Ecole Centrale de Lyon, … ainsi que de nombreuses sociétés d'ingénierie et bureaux d'études (APAVE, SOGREAH, GINGER BURGEAP…).

ADMS est de plus préconisé par l'INERIS dans le Guide Méthodologique de l'Evaluation des risques liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des ICPE, 2003. et dans le document Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées (Deuxième édition – Septembre 2021).

Annexe 9. Paramètres de modélisation

Cette annexe contient 1 page.

Paramètre	Données utilisées	Commentaire
Domaine de modélisation	☑ Domaine d'étude ☐ Autre	6 x 6 km centré sur le site Résolution de 50 mètres
Données météorologiques locales	Type de données : ☑ Observations réelles ☐ Données modélisées ☐ Données statistiques	Station : Météo France Bourges ☑ Vitesse du vent ☑ Direction du vent ☑ Températures ☑ Précipitations Station : Météo France Avord (à 25 km) ☑ Nébulosité totale Période considérée : 2022 - 2024 Fréquence des données : horaires 
	Total des données utilisées	Nombre de données totales : 26 304 Nombre de données non utilisables : 516 (1.9 %)
	Conditions de vent calme : ☑ Pris en compte ☐ Non pris en compte	Prise en compte des vents calmes via le module « Vents Calmes »
Polluants modélisées	☑ Polluants gazeux ☑ Polluants particulaires	Composés présentés au paragraphe « Sélection des substances d'intérêt » Les métaux, ont été considérés comme des particules de diamètre 2,5 µm.
Sources modélisées	☑ Ponctuelle : 13 ☐ Linéique : ☐ Surfacique : ☐ Volumique : ☐ Jet	Sources présentées au paragraphe « Inventaire et sources d'émissions atmosphériques »
Variation temporelle	☑ Facteurs d'émissions annuels ☐ Facteurs d'émissions mensuels ☐ Facteurs d'émissions horaires	-
Relief	☐ Oui ☑ Non	Pas de prise en compte du relief dans la dispersion des polluants émis car le relief est peu marqué
Nature des sols	☑ Variable ☐ Fixe	Prise en compte d'une hauteur de rugosité fixée adaptée en fonction de l'occupation des sols sur le domaine d'étude (0.5m)
Bâtiments obstacles	☐ Oui ☑ Non	Pas de prise en compte des bâtiments
Points récepteurs	☑ Oui ☐ Non	6 points récepteurs spécifiques basés sur les cibles potentielles (riverains, travailleurs des sites voisins)
Temps d'intégration	☑ Horaire ☐ Minute ☐ Autre	-
Paramètres calculés en sortie	☑ Concentration moyenne annuelle ☐ Concentration maximale journalière ☐ Concentration maximale horaire ☑ Dépôt moyen annuel total (sec et humide)	Hauteur de calcul : 1.5 mètre au-dessus du sol pour les concentrations dans l'air ambiant Dépôt moyen annuel total calculé au sol

Annexe 10. Hypothèses retenues pour l'estimation des doses d'exposition

Cette annexe contient 3 pages.

Ingestion de sol

Quantité ingérée de sols et poussières

Pour le taux d'ingestion de sols d'un enfant en extérieur, nous nous baserons sur les travaux de l'INERIS [11] qui préconise la valeur de 150 mg/j. Pour les adultes, aucune donnée n'étant disponible dans le document de l'INVS, nous retiendrons la valeur couramment utilisée dans des études françaises et d'autres pays de 50 mg/jour. Ces données sont par ailleurs dans la fourchette des valeurs décrites dans la littérature : entre 0,6 et 480 mg/j chez l'adulte et entre 2 et 250 mg/j chez l'enfant (cité par KISSEL et al., 1998). La valeur de 480 mg/jour correspond à la réalisation de travaux de jardinage (Hawley 1985), non considérés de manière particulière dans la présente étude.

Les valeurs retenues pour l'ingestion de sols et de poussières en extérieur sont donc de **150 mg/j pour un enfant et 50 mg/j pour un adulte**. Ces valeurs sont représentatives d'une journée d'activité en extérieur sans prise en compte d'un temps de présence sur la journée.

Concentration de la substance dans le sol

Dans le cadre de dispersion des pollutions par voie atmosphérique, la concentration dans les sols est déterminée à partir des dépôts surfaciques obtenus par modélisation. Le calcul de la concentration dans un sol de surface (1 cm) est, dans ce cas, réalisé avec l'équation générique suivante issue du modèle intégré CALTOX :

$$Ci,s = \left(\frac{dépôt \times T_{sol}}{d_{sol} \times p_{dépôt}} \right)$$

Avec :

- Ci,s : concentration du composé i dans les sols (mg/kg)
- Dépôt : dépôts totaux en moyenne annuelle issus de la modélisation de la dispersion atmosphérique (mg/m²/s)
- Tsol : Durée d'accumulation dans le sol superficiel - Valeur généralement utilisée : 10 ans. Par ailleurs, l'hypothèse que l'ensemble des dépôts va s'accumuler sans aucune perte (lixiviation, lessivage, érosion…) est posée.
- dsol : densité moyenne du sol (kg/m^3) – Valeur utilisée : 1500 kg/m^3
- pdépôt : profondeur du dépôt (m) – Valeur utilisée pour le sol : 1cm.

Fraction de la quantité de matrice i consommée et exposée à la contamination étudiée

Dans le cadre de l'ingestion de sol, cette fraction est prise à 100%. En effet, cette estimation est généralement plus adaptée pour la prise en compte des aliment (végétaux et matrices animales) pour laquelle la prise en compte d'un taux d'autoconsommation ou la part de consommation de produits locaux est pertinente.

Masse corporelle de la cible

Le poids corporel moyen d'un adulte est fixé à **60 kg** pour les adultes à partir de 17 ans (INSERM et OMS). Cette valeur est cohérente avec la moyenne présentée dans le document de synthèse de l'INVS sur les variables humaines d'exposition (2012) sur la base de l'enquête décennale santé 2002-2003 menée par l'INSEE, de 61 kg. Pour les enfants, nous retiendrons la moyenne des valeurs issues de ce même document pour cette tranche d'âge, **soit 15 kg**.

[11] Avril 2001. *Méthode de calcul des Valeurs de Constat d'Impact dans les sols,* Document DRC – 01-25587/MECO

Ingestion de végétaux

Quantité ingérée de végétaux

Les quantités ingérées de végétaux sont issues de la base de données CIBLEX pour une commune de 2 000 à 20 000 habitants du département du Cher (18) et sont détaillées ci-dessous :

Type de commune	Type de cible	Type de logement	légumes feuilles		Légumes racines	
			g/j	Autarcie (%)	g/j	Autarcie (%)
2 000 à 20 000	Adulte	Non spécifique	207	26	109	32
	Enfant		142		75	

Concentration de la substance dans les végétaux

Les mécanismes de transfert sont complexes et les facteurs de bioconcentration (BCF) traduisant l'accumulation d'un composé dans une plante varient d'une plante à une autre en fonction des mécanismes de transferts (racines, feuilles, …) et sont spécifiques de chaque composé.

Les BCF (en poids sec) peuvent être estimés à partir de mesures sur le site, de données de la littérature, ou en l'absence de mesures, calculés par des modèles plus ou moins simples. Généralement, en dehors des métaux et métalloïdes, ces BCF ne sont que peu disponibles dans la littérature.

Nous avons évalué le transfert du polluant du sol vers les plantes à partir des équations suivantes (réécrites par nos soins dans excel), en distinguant la partie racinaire, la partie aérienne (tige et feuille) de la plante, pour les sols (comme pour les eaux) les équations de transfert sont :

$$C_{aerieni}(poids\,sec) = BCF_{sol-aerien}(poids\,sec) \times C_{sol}$$

$$C_{racinei}(poids\,sec) = BCF_{sol-racine}(poids\,sec) \times C_{sol}$$

Avec :

- Csol : concentration dans le sol, en mg/kg MS.
- Caerien,i : concentration de la substance i dans partie aérienne du végétal (tige et feuille) mg/kg de poids sec
- Cracine,i : concentration de la substance i dans la racine du végétal mg/kg de poids sec

Rapport poids frais / poids sec

Pour passer de la concentration en poids sec à la concentration en poids frais dans le végétal, le taux d'humidité du végétal doit être considéré. Ce taux varie en fonction des végétaux entre 0.95 pour la salade et 0.74 pour les petits pois. Les valeurs proposées par les modèles intégrés HESP et VOLASOIL sont retenues.

- Pour les parties racinaires du végétal (taux d'humidité de 0.798) :

$$C_{racine}(poids-humide) = C_{racine}(poids-\sec)\times 0{,}202$$

- Pour les parties aériennes du végétal (taux d'humidité de 0.883) :

$$C_{aérien}(poids-humide) = C_{aérien}(poids-\sec)\times 0{,}117$$

Facteurs de bioconcentration (BCF)

Les facteurs de bioconcentration retenus pour les végétaux dans la présente étude sont présentés dans le tableau ci-dessous :

substance	BCF feuilles (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	Source BCF feuilles	BCF racines (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	Source BCF racines
Al	-	-	-	-
As	0,00633	HHRAP	0,008	HHRAP
Cd	0,125	HHRAP	0,064	HHRAP
Co	0,0003	INERIS	0,0028	INERIS
Cr	0,00488	HHRAP	0,0045	HHRAP
Hg	0,0145	HHRAP	0,036	HHRAP
Mn	0,68	RAIS	0,68	RAIS
Ni	0,00931	HHRAP	0,008	HHRAP
Pb	0,0136	HHRAP	0,009	HHRAP
Sb	0,0319	HHRAP	0,03	HHRAP
Se	0,0195	HHRAP	0,022	HHRAP
V	1	EHC	1	EHC
Zn	0,097	HHRAP	0,9	HHRAP
Benzo(a)pyrène	0.0132	HHRAP	0.0605	HHRAP