

RAPPORT D'ÉTUDE

24/04/2012

N° INERIS- DRC-12-127742-04351A

**Évaluation des risques sanitaires autour des installations d'incinération, de valorisation organique des déchets ménagers et de réinjection du biogaz de Strasbourg**

**INERIS**

maîtriser le risque |  
pour un développement durable |



# **Évaluation des risques sanitaires autour des installations d'incinération, de valorisation organique des déchets ménagers et de réinjection du biogaz de Strasbourg**

Rapport réalisé pour la Société SENERVAL

Liste des personnes ayant participé à l'étude :

Aurélie DROISSART-LONG, Vincent GRAMMONT (Unité Impact Sanitaire et Expositions)

## PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	Aurélié Droissart-Long Vincent Grammont	Céline Boudet	Martine Ramel
<b>Qualité</b>	Ingénieurs de l'unité Impact Sanitaire et Expositions	Responsable de l'unité Impact Sanitaire et Expositions	Responsable du pôle Risques et Technologies Durables
<b>Visa</b>			

## RESUME

En vue d'une modification de ses installations, SENERVAL, exploitant de l'unité d'incinérateur d'ordures ménagères (UIOM) de Strasbourg, a demandé à PÖYRY de rédiger un dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE). Les compétences de l'INERIS ont été sollicitées pour la rédaction du volet sanitaire de l'étude d'impact, sous la forme d'un rapport d'évaluation des risques sanitaires (ERS) liés aux émissions de l'installation prévues dans sa nouvelle configuration.

L'installation projetée comprend, d'après le projet présenté,

- 3 lignes d'incinération, avec 1 cheminée commune, pour l'incinérateur d'ordures ménagères,
- une unité de méthanisation de la fraction fermentescible puis traitement et valorisation du biogaz (réinjection dans le réseau de gaz urbain),
- une installation de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME).

**La présente étude consiste à mener une évaluation des risques sanitaires pour l'ensemble du site de Strasbourg** en suivant la méthodologie présentée dans les guides méthodologiques de référence :

- le guide INERIS validé par le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable : « Substances chimiques, Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées », 2003;
- le guide de l'Institut de Veille Sanitaire : guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, février 2000.

**L'environnement du site** est une zone d'activités économiques (industrielles). Des habitations et des zones agricoles ont également été identifiées dans un rayon proche du site (3 km).

**Les émissions du site** considérées comprennent :

- les émissions atmosphériques canalisées par l'incinérateur (une cheminée comprenant les trois conduits) ;
- les émissions atmosphériques diffuses de poussières de la plateforme mâchefers ;
- les émissions atmosphériques canalisées de l'unité de méthanisation.

En l'absence de données exploitables à ce stade, les émissions diffuses de la plateforme mâchefers ne sont pas quantifiées. Cependant, l'éloignement des habitations et des cultures les plus proches permet d'écarter un potentiel significatif d'exposition par ingestion et par inhalation aux substances émises par la plateforme pour les résidents. Toutefois, il serait intéressant de mieux connaître les émissions diffuses de l'installation (dont la plateforme mâchefer) afin de s'assurer que les travailleurs des entreprises voisines ne sont pas exposés.

**L'INERIS attire ainsi l'attention sur l'intérêt dans le cadre de la surveillance environnementale de l'installation, d'obtenir des données de surveillance de l'air à proximité immédiate du site (prélèvements de poussières et analyses de leur composition).**

**L'évaluation quantitative des expositions et des risques attribuables aux émissions canalisées de l'installation (incinérateur et unité de méthanisation)** a été menée à partir des résultats de la modélisation de la dispersion et des transferts des substances émises, pour les **traceurs de risque choisis en fonction de leur flux et de leur toxicité respectifs** : NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, COV (benzène), PM2.5, PM10, HCl, HF, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, arsenic, cadmium, chrome VI, manganèse, mercure, nickel, plomb et dioxines-furanes (PCDD/F). Elle se traduit par le calcul de quotient de danger QD pour les effets à seuil et d'excès de risque individuel (ERI) pour les effets sans seuil.

**Sur la base des prévisions d'émission fournies par INGEVALOR et PÖYRY pour le compte de SENERVAL**, l'évaluation quantitative des risques sanitaires aboutit aux conclusions suivantes :

- Les quotients de danger calculés pour les expositions aiguës par inhalation sont inférieurs à 1 et indiquent donc l'absence de risque aigu préoccupant par inhalation attribuable aux émissions en fonctionnement normal de l'installation ;
- Les concentrations maximales estimées pour SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> et les particules sont inférieures aux valeurs guides de gestion sanitaire de l'OMS correspondantes ;
- Les quotients de danger calculés pour les expositions chroniques par inhalation ou par ingestion sont à inférieurs à 1 (individuellement pour chaque substance, ainsi que la somme toute substance et toute voie confondues) et indiquent donc l'absence de risque chronique préoccupant pour les effets à seuil attribuables aux émissions de l'installation ;
- Les excès de risque individuel par inhalation ou par ingestion sont inférieurs au repère de 10<sup>-5</sup> à la fois pour les composés organiques volatils et les métaux et indiquent donc l'absence de risque chronique préoccupant pour les effets sans seuil attribuables aux émissions de l'installation ;

L'interprétation de ces résultats doit rester prudente car ceux-ci résultent d'**hypothèses** et sont soumis à des **incertitudes** justifiées et explicitées dans le rapport. Autant que possible, les **hypothèses sont raisonnablement majorantes pour l'estimation des risques, conformément aux principes de prudence et de proportionnalité de la méthodologie.**

En conclusion, **les indicateurs de risque calculés à partir des hypothèses d'émissions prévues par l'exploitant sont inférieurs aux repères pour tous les traceurs de risque. La situation, telle que prévue dans le projet de modification de l'installation, est donc non préoccupante du point de vue de la santé des populations présentes autour du site dans un contexte de fonctionnement normal.**

Afin de garantir l'absence d'impact préoccupant attribuable aux émissions de l'installation, la **surveillance de ses émissions ainsi que des concentrations dans les milieux** doit être maintenue et pourrait être révisée par l'exploitant pour plus de pertinence, conformément aux règles de l'art actuelles. **L'attention portera en priorité sur les substances contribuant le plus aux niveaux de risque estimés, à savoir : l'arsenic et le cadmium pour l'inhalation ; le plomb et les dioxines pour l'ingestion** et sur les substances caractéristiques des émissions diffuses (poussières et métaux lourds).

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>10</b>
1.1 Contexte et objectif.....	10
1.2 Présentation de la démarche .....	10
1.3 Données d'entrée.....	12
<b>2. CARACTERISTIQUES DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>14</b>
2.1 Description du site.....	14
2.2 L'environnement du site .....	15
<b>3. INVENTAIRE DES EMISSIONS DE L'INSTALLATION.....</b>	<b>22</b>
3.1 Inventaire qualitatif .....	22
3.2 Bilan quantitatif des émissions .....	25
3.3 Rejets aqueux .....	29
<b>4. INTERPRETATION DES MESURES DANS L'ENVIRONNEMENT : INVENTAIRE DES RESULTATS DE LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE .....</b>	<b>30</b>
<b>5. CARACTERISTIQUES ET TOXICITE DES SUBSTANCES RETENUES.....</b>	<b>33</b>
5.1 Méthodologie.....	33
5.2 Synthèses des effets et valeurs toxicologiques de référence.....	35
5.3 Choix des substances traceurs des risques .....	37
<b>6. MODELISATION DES CONCENTRATIONS DANS LES MATRICES D'EXPOSITION .....</b>	<b>40</b>
6.1 Remarque préalable.....	40
6.2 Inventaire des milieux d'exposition et des transferts .....	40
6.3 Modélisation de la dispersion atmosphérique .....	43
6.4 Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique.....	49
6.5 Modélisation multimédia.....	53
6.6 Concentrations dans les matrices d'exposition .....	54
<b>7. ÉVALUATION DES EXPOSITIONS ET DES RISQUES .....</b>	<b>58</b>
7.1 Évaluation qualitative des risques .....	58
7.2 Évaluation quantitative des risques.....	59
<b>8. EVALUATION QUALITATIVE DES RISQUES : ANALYSE DES HYPOTHESES ET INCERTITUDES .....</b>	<b>68</b>
8.1 Hypothèses et incertitudes relatives aux émissions .....	68

8.2	Hypothèses et incertitudes relatives aux valeurs toxicologiques de référence et au choix des traceurs des risques sanitaires .....	69
8.3	Hypothèses et incertitudes relatives à la modélisation de la dispersion et des transferts.....	70
8.4	Hypothèses et incertitudes relatives à la caractérisation des expositions ..	72
<b>9.</b>	<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>74</b>
<b>10.</b>	<b>LISTE DES REFERENCES .....</b>	<b>76</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Etablissements recevant du public autour de l'UIOM .....	21
Tableau 2 : Caractéristiques moyennes des conduits de l'incinérateur (données unitaires).....	23
Tableau 3 : Caractéristiques des cheminées de l'unité de méthanisation et d'injection du biogaz dans le réseau .....	25
Tableau 4 : Bilan prévisionnel des émissions canalisées des 3 lignes de l'incinérateur.....	27
Tableau 5 : Bilan prévisionnel des émissions canalisées des installations de valorisation organique .....	28
Tableau 6 : Valeurs de surveillance de la qualité de l'air reportées par ASPA à proximité du site, et valeurs réglementaire (article R221-1 du Code de l'environnement) correspondantes .....	32
Tableau 7 : Effets par inhalation et VTR choisies pour les substances émises....	35
Tableau 8 : Effets sur la santé par ingestion et VTR choisies pour les substances émises .....	36
Tableau 9 : Calculs des ratios concentrations à l'émission/VTR ou concentrations à l'émission x ERU pour les métaux émis. ....	38
Tableau 10 : Récapitulatif des traceurs d'intérêt sanitaire retenus pour la révision de l'évaluation des risques chroniques et VTR respectives .....	39
Tableau 11: Dimensions des cheminées et des bâtiments pris en compte pour la modélisation .....	45
Tableau 12 : Caractéristiques moyennes des cheminées du site.....	45
Tableau 13 : Position et enjeux des récepteurs retenus.....	47
Tableau 14 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) maximales (P99.9) modélisées sur 24h (sauf NOx : 1h).....	50
Tableau 15 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées pour les gaz au niveau du point de retombée maximale et des points récepteurs les plus représentatifs.....	51
Tableau 16 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées pour les poussières, les métaux et les dioxines au niveau du point de retombée maximale et des points récepteurs les plus représentatifs.....	51
Tableau 17 : Contribution des émissions des nouvelles installations sur les concentrations totales dans l'atmosphère .....	52
Tableau 18 : Dépôts moyens ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ) pour les poussières, les métaux et les dioxines modélisés .....	53
Tableau 19 : concentrations estimées dans les végétaux produits à « caserne de Vincelles » .....	56
Tableau 20 : Concentrations estimées dans les aliments d'origine animale produits autour du site.....	57

Tableau 21 : Rappel des concentrations estimées pour SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> et les poussières ; et des valeurs guides correspondantes (µg.m <sup>-3</sup> ) .....	60
Tableau 22 : quotients de danger calculés pour des expositions aiguës par inhalation .....	61
Tableau 23 : Quotients de dangers calculés pour des expositions chroniques par inhalation pour les résidents et les travailleurs les plus exposés.....	62
Tableau 24 : Excès de Risque Individuel calculés pour des expositions (pendant 30 ans) par inhalation .....	63
Tableau 25 : Doses journalières d'exposition calculées pour différentes classes d'âge (µg.kg <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> ) .....	64
Tableau 26 : Quotient de Danger calculés pour l'ingestion (attribuables aux émissions de l'installation) pour différentes classes d'âge .....	65
Tableau 27 : Excès de risque individuel par ingestion lié à l'arsenic émis par l'installation.....	66
Tableau 28 : Comparaison de l'exposition aux dioxines attribuable à l'incinérateur de Strasbourg par rapport à la moyenne nationale.....	66
Tableau 29 : Quotient de Danger combinés pour l'ingestion et l'inhalation (attribuables aux émissions de l'installation) pour différentes classes d'âge .....	67
Tableau 30 : Excès de risque Individuel combinés pour l'ingestion et l'inhalation (attribuables aux émissions de l'installation) pour différentes classes d'âge .....	67

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de l'installation.....	15
Figure 2 : Identification des habitations les plus proches et des zones résidentielles autour du site.....	17
Figure 3 : Sites industriels à proximité du site du projet .....	19
Figure 4 : Activités agricoles à proximité du site l.....	20
Figure 5 : Etablissement recevant du Public à proximité du projet.....	21
Figure 6 : photographie de la cheminée principale de l'installation .....	22
Figure 7 : Localisation des points de prélèvements de lichen et d'air.....	31
Figure 8 : Schéma conceptuel des expositions pour les émissions de l'incinérateur de Strasbourg.....	41
Figure 9 : Localisation des populations et principaux usages, et des voies de transferts et d'exposition correspondants, autour du site .....	42
Figure 10 : Rose des vents pour 2008-2010 sur la station de Strasbourg Entzheim .....	44
Figure 11 : Emplacement des bâtiments et des cheminées pour la modélisation	46
Figure 12 : Emplacement des points récepteurs retenus .....	48
Figure 13 : zone d'étude et points récepteurs retenus pour la modélisation .....	115
Figure 14 : Modélisation des concentrations en COV ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ).....	116
Figure 15 : Modélisation des concentrations en SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) .....	117
Figure 16 : Modélisation des concentrations en NO <sub>x</sub> ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ).....	118
Figure 17 : Modélisation des concentrations en PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) .....	119
Figure 18 : Modélisation des dépôts en PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ).....	120
Figure 19 : Modélisation des concentrations en HF ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ).....	121
Figure 20 : Modélisation des concentrations en HCl ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ).....	122
Figure 21 : Modélisation des concentrations en NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) .....	123
Figure 22 : Modélisation des concentrations en H <sub>2</sub> S ( $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) .....	124

# **1. INTRODUCTION**

## **1.1 CONTEXTE ET OBJECTIF**

Dans le cadre de la Délégation de Service Public entre la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS) et SENERVAL, exploitant de l'unité d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) de Strasbourg, un projet de modification de l'installation a été défini.

Le projet consiste à réduire la capacité d'incinération (arrêt d'une des quatre lignes) et ajouter une ligne de traitement des déchets fermentescibles par méthanisation. Le biogaz ainsi produit doit être traité et réinjecté dans le réseau de gaz de Strasbourg. En outre, l'installation comprend une plateforme de traitement et de valorisation des mâchefers.

En vue de demander une modification de l'autorisation d'exploitation de l'installation, PÖYRY a été chargé de rédiger un dossier de demande d'autorisation d'exploiter (DDAE). Les compétences de l'INERIS ont été sollicitées pour la rédaction du volet sanitaire de l'étude d'impact, sous la forme d'un rapport d'évaluation des risques sanitaires (ERS) liés aux émissions de la future installation.

**La présente étude consiste à mener une évaluation des risques sanitaires pour l'ensemble du site de l'incinérateur de Strasbourg dans sa configuration future :**

- 3 lignes d'incinération, avec 1 cheminée commune, pour l'Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM), et
- 1 ligne de méthanisation de la fraction fermentescible puis traitement du biogaz et valorisation par réinjection dans le réseau de gaz urbain de la ville de Strasbourg,
- Les Installations de maturation et d'élaboration des mâchefers (IME).

## **1.2 PRESENTATION DE LA DEMARCHE**

L'évaluation du risque sanitaire (ERS) est une démarche scientifique structurée en plusieurs étapes qui repose sur les principes de prudence, de transparence, de cohérence, de proportionnalité et de spécificité. Dans le cadre des études d'impact des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), elle s'applique de façon itérative afin d'évaluer le risque sanitaire attribuable au **fonctionnement normal de l'installation**. Les impacts consécutifs à un dysfonctionnement ne sont donc pas considérés.

Dans le cadre de cette étude d'évaluation des risques sanitaires, seul le risque sur la santé des **populations riveraines** au site est étudié. Les travailleurs sur site, dans le cadre de leur poste de travail, ne sont pas concernés par la présente

évaluation (la législation du travail est appliquée). Les risques concernant l'hygiène, la sécurité et les conditions de travail sont en effet abordés dans le chapitre : « hygiène, sécurité et conditions de travail » de l'étude d'impact.

Enfin, l'évaluation ne concerne que les risques liés à la **toxicité des substances chimiques**. Les effets et nuisances liés à d'autres types d'émissions (bruits, odeurs, ondes, vibrations, etc.) ne sont pas considérés.

La **méthodologie**, initialement développée par l'Académie des Sciences américaine [NRC, 1983 ; 2000], adaptée pour l'analyse des effets sur la santé dans le volet sanitaire des études d'impact d'ICPE, est présentée dans les guides méthodologiques de référence :

- § le guide INERIS validé par le ministère de l'écologie et du développement durable : « Substances chimiques, Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées », disponible sur le site Internet de l'INERIS : [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr) [INERIS, 2003b];
- § le guide de l'Institut de Veille Sanitaire : guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, février 2000, disponible sur le site Internet de l'INVS : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr) [INVS, 2000b].

La démarche d'évaluation des risques sanitaires repose sur **cinq grands principes** :

- la transparence : les sources et les méthodes utilisées sont explicitées et les choix sont expliqués ;
- la prudence scientifique : en cas d'absence de données reconnues, des hypothèses raisonnablement majorantes adaptées à la situation sont adoptées et les incertitudes liées aux données d'entrée, aux hypothèses et à la méthode sont analysées ;
- la spécificité : l'étude s'appuie sur les connaissances scientifiques et les données propres au site ;
- la proportionnalité : en veillant à ce qu'il y ait cohérence entre le degré d'approfondissement de l'étude, l'importance de la pollution et son incidence prévisible ;
- la cohérence : les principes et critères scientifiques utilisés sont appliqués de manière constante et systématique.

Après un retour d'expérience<sup>1</sup>, des discussions sont en cours au sein d'un groupe de travail piloté par le ministère en charge de l'écologie (MEDDTL) en vue d'améliorer la méthodologie, notamment en optimisant le recours aux mesures réalisées autour des installations.

Conformément à ces guides méthodologiques, **cette ERS s'articule de la façon suivante** :

- caractérisation du site et de son environnement;
- inventaire des substances émises par le site, par source et catégorie de rejet ;
- interprétation des mesures disponibles dans les milieux autour de l'installation ;
- identification du danger et recherche des relations dose-réponse des substances émises, en distinguant les effets cancérigènes et les effets non cancérigènes puis choix des « traceurs sanitaires », c'est-à-dire des substances qui feront l'objet d'une évaluation quantitative de l'exposition et/ou du risque ;
- estimation des concentrations dans les matrices d'exposition attribuables aux émissions de l'installation, par la modélisation des transferts de polluants dans les différents compartiments de l'environnement
- évaluation des expositions : identification des populations exposées et des voies d'exposition, élaboration des scénarios d'exposition et calcul des doses d'exposition ;
- caractérisation du risque pour chaque substance traceur ;
- discussion (comprenant une évaluation qualitative des risques et des incertitudes), conclusion et recommandations éventuelles.

La présente étude a pour objet de réaliser une évaluation des risques sanitaires de **premier niveau d'approche**. Celle-ci, tout en suivant les étapes classiques de l'ERS, utilise des hypothèses simplificatrices et raisonnablement majorantes. Son objectif reste la caractérisation du risque, exprimée sous forme d'une estimation ponctuelle (approche déterministe), accompagnée d'une analyse qualitative des incertitudes et des hypothèses.

### 1.3 DONNEES D'ENTREE

Cette étude s'appuie sur les données spécifiques à l'installation fournies par INGEVALOR, PÓYRY et SENERVAL, présentées notamment dans les documents suivants :

- [Analytice, 2005b] Suivi de retombées de poussières sédimentables. Rapport d'analyses réf : R/05/00649
- [Protires, 2007b] Bilan de fonctionnement décennal de la plateforme de mâchefers de Strasbourg pour la communauté Urbaine de Strasbourg

---

<sup>1</sup> Circulaire BPSPR/2007-128/VD du 15 mai 2007.

- [Protires, 2007a] Bilan de fonctionnement décennal du 08/01/1995 au 31/12/2005 de l'usine d'incinération d'ordures Ménagères de Strasbourg (2007)
- [Biomonitor, 2011] Contrôle des rejets aqueux, atmosphériques et solides de l'usine d'incinération des ordures ménagères de la communauté Urbaine de Strasbourg, Surveillance des retombées dans l'environnement, mesures dans les lichens, campagne de 2010. Rapport 10-RA-12-AO-31
- [ASPA, 2010c] Programme de surveillance de la qualité de l'air 2010-2015 région Alsace, rapport n° 10071604-ID
- [LICE, 2006] Laboratoire interrégional de chimie de l'est (2006), Analyses d'atmosphères aux établissements Protires à Strasbourg rapport n° LICE/CR/1273/AB/P/S
- [ASPA, 2010a] Bilan de qualité de l'air en Alsace période 2000 à 2009 Rapport n° ASPA 10083002 – ID, version du 30 aout 2010
- [INGEVALOR, 2011b] Données Informations pour étude Risque Sanitaire INERIS, rapport n° 10-044 DAE E 0212-D du 08/06/2011
- [INGEVALOR/PÖYRY, 2012] Tableau des rejets atmosphériques - complément nouvelle implantation - Version PÖYRY reçue le 24/04/2012
- [PÖYRY, 2012a ;c] : Etude d'implantation des installation de méthanisation sur la zone dechetterie.

**Les données d'entrée utilisées au cours de l'étude et présentées dans ce rapport ont fait l'objet de discussions entre INERIS, SENERVAL, INGEVALOR et PÖYRY quant à leur pertinence pour l'étude. Néanmoins, elles n'ont pas été vérifiées par l'INERIS et restent de la responsabilité de l'exploitant.**

## **2. CARACTERISTIQUES DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT**

### **2.1 DESCRIPTION DU SITE**

L'usine d'incinération d'Ordures ménagères et la plateforme de traitement des mâchefers de Strasbourg se situe au sud-est de Strasbourg (67) dans la zone portuaire. Elle comprend actuellement 4 lignes d'incinération et une plateforme de traitement des mâchefers.

Le projet [INGEVALOR, 2011a] consiste en la modification du site en centre technique multi-filières par la création d'une nouvelle unité complète de traitement et de valorisation organique par méthanisation (UVO) capable de traiter 30 000 t/an de la fraction fermentescible des déchets ménagers et assimilés. La nouvelle unité sera constituée d'une unité de tri mécanique (UTM en amont de l'UVO), de digesteurs et des équipements de valorisation du biogaz produit sous forme d'injection dans le réseau de distribution de gaz de Strasbourg. La zone de méthanisation sera située au niveau de l'actuelle déchèterie entre le contre-canal et l'incinérateur [PÖYRY, 2012c ; a].

Selon le projet retenu, le site sera constitué de 3 zones (voir figure 1):

- **la zone « UVE » (Unité de Valorisation Énergétique)** regroupant les activités liées à l'incinération des déchets ménagers et assimilés et à la préparation de la fraction fermentescible. Elle comprend trois lignes d'incinération, avec 1 cheminée commune.
- **la zone « UVO » (Unité de Valorisation Organique)** regroupant les activités liées au traitement organique de la fraction fermentescible des déchets ménagers et assimilés. SENERVAL a retenu la solution de fermentation en milieu anaérobie (en l'absence d'oxygène) par un procédé discontinu de fermentation sèche qui se déroule en une seule étape : la dégradation comprenant l'hydrolyse, l'acidogénèse, l'acétogénèse et la méthanogénèse, se produit dans le même digesteur. Plusieurs étapes se succèdent avant l'injection dans le réseau :
  - o la formation du biogaz dans les digesteurs,
  - o le traitement du biogaz (refroidissement, séchage, augmentation de la pression et desulfuration par filtration sur charbon actif),
  - o la valorisation du biogaz (par une chaudière, et une unité de traitement –épuration – odorisation)
  - o la vidange des digesteurs,
  - o l'affinage des digestats : (séchage) et,
  - o le traitement d'air/désodorisation de l'UVO.
- **la zone « IME » (installation de maturation et d'élaboration des mâchefers)** regroupant les activités liées au traitement des mâchefers produits par l'incinérateur. Les mâchefers en provenance des lignes d'incinération subissent plusieurs étapes de traitement : maturation puis déferrailage/criblage, en vue de leur valorisation en métallurgie et en terrassement/construction routière.

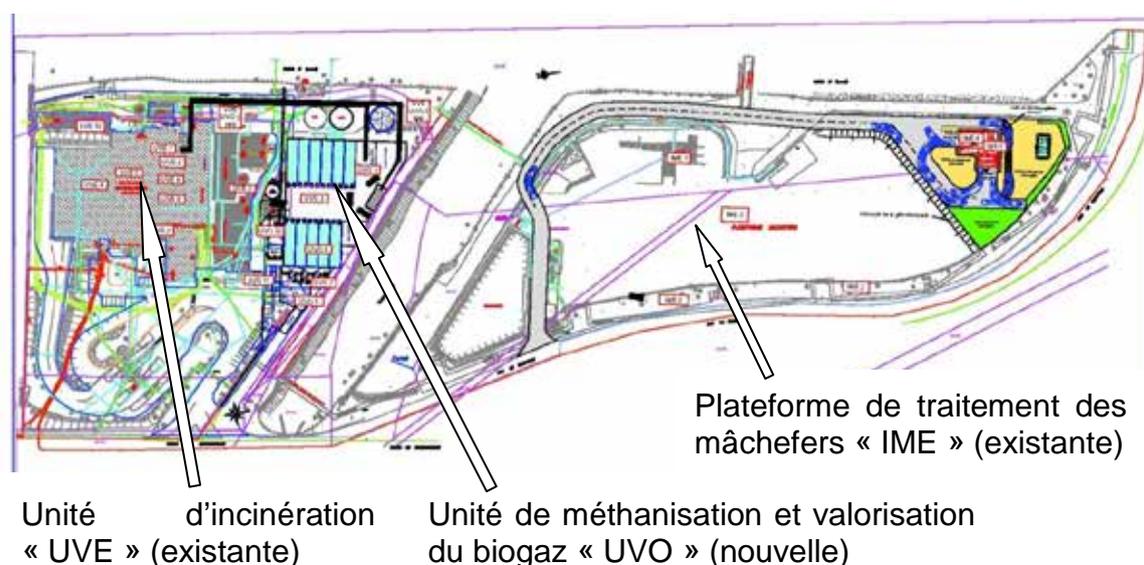


Figure 1 : Plan de l'installation [PÖYRY, 2012c ; a]

## 2.2 L'ENVIRONNEMENT DU SITE

L'environnement du site est une zone d'activités économiques (industrielles). Quelques zones à caractère rural où l'activité agricole est majoritaire ont également été identifiées sur les plans proposés.

### 2.2.1 Populations

Les habitations et les établissements sensibles proches de l'installation ont été identifiées par INGEVALOR [INGEVALOR, 2011b]. Seules les informations directement utilisées pour la présente étude sont présentées dans ce rapport. Pour plus de détail, il convient de se référer au rapport rédigé par INGEVALOR à la demande de SENerval [INGEVALOR, 2011b].

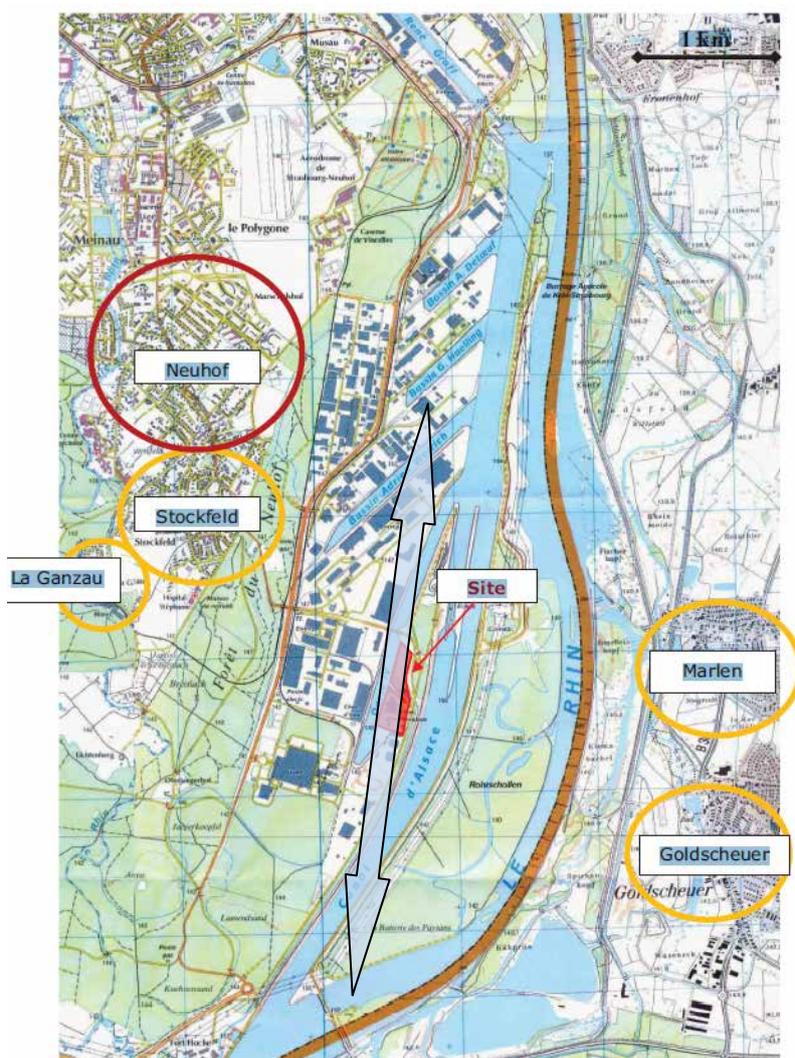
Les habitations les plus proches se trouvent à environ 1500 m (coté France – quartier Stockfeld de Strasbourg, à l'ouest du site) et à environ 2000 m (coté Allemagne – village Marlen – à l'Est du site)

L'habitat à Stockfeld comme à Marlen, est en grande partie de l'habitat individuel (pavillon individuel souvent accolés) avec une très faible proportion d'habitat vertical dans un cadre rural et forestier. Les quelques fermes existantes sont enserrées dans cette urbanisation.

Dans un rayon de 4 000 m autour du site, 7 communes ou foyers de population ont été identifiés [INGEVALOR, 2011b] :

- le plus proche, le quartier de Stockfeld (France) à environ 1 500 m constitué essentiellement d'habitations individuelles ou collectives pavillonnaires.
- le village de Marlen (Allemagne) à environ 2 000 m
- le village de Goldscheuer (Allemagne) à environ 2 500 m
- le quartier de La Ganzau (France) à environ 2 500 m constitué essentiellement d'habitations individuelles pavillonnaires.
- le quartier de Neuhof (France) à environ 2 800 m. Neuhof constitue une Zone Urbaine Sensible (ZUS). Ce quartier comporte de nombreuses cités et a une population d'environ 13 000 personnes en 1999 (source INSEE).
- la commune de Illkirch-Graffenstaden (France) à environ 3 600 m avec une population de 26 829 habitants en 2007 pour une densité de population de 1,2 habitant/km<sup>2</sup> (Source INSEE).
- le village de Kittersburg (Allemagne) à environ 3 900 m

Les vents dominants sont dans le sens nord – sud. La plupart des habitations recensées ne se situe donc pas sous les vents dominants par rapport à l'installation.



↔ Sens des vents dominants

Figure 2 : Identification des habitations les plus proches et des zones résidentielles autour du site [INGEVALOR, 2011b]

## 2.2.2 Autres activités industrielles

Seules des activités industrielles et commerciales sont recensées.

Le site du projet est situé dans une zone industrielle dite « Port du Rhin ».

A proximité du site du projet on dénombre plusieurs sites industriels listés ci-après, sur la base du document d'INGEVALOR [INGEVALOR, 2011b]. Le numéro attaché permet de les situer sur la figure 3.

- L'INRR (Industrie Nouvelle de Récupération et de Réparation) – domaine d'activité manutention/stockage (n°1).
- L'entreprise SENSIENT spécialisée dans la production d'additifs et d'arômes alimentaires (n°2)
- L'entreprise ALTEM (Alsacienne de Tri d'Emballages Ménagers) spécialisée dans la récupération et le tri des emballages ménagers (n°3)

- L'entreprise S.A.R.D.I. (Société Alsacienne de Recyclage et triage de Déchets Industriels) spécialisée dans la récupération et le tri des déchets (n°4)
- L'usine POWERTRAIN spécialisée dans la production d'engrenages et des organes de transmission (n°5)
- La centrale de production d'hydroélectricité de Strasbourg (n°6)
- De nombreux entrepôts et entreprise de transport routier (n°7 et 7bis)
- L'entreprise SOPREMA réalisant des travaux d'étanchéité (n°8)
- Le site industriel FIL SALA de production de levures agroalimentaires (n°9) classé à risque toxique par la DREAL Alsace
- L'usine CARGIL spécialisée dans l'agroalimentaire (n°10). Le site comporte un grand silo à grain potentiellement source de risque d'incendie ou d'explosion (cf. Figure 9)
- CAH – stockage de céréales (n°11). Le site comporte un grand silo à grain potentiellement source de risque d'incendie ou d'explosion (cf. Figure 9)
- L'entreprise EFRAPO spécialisée dans la fabrication de roulements à billes (n°12)
- L'entreprise Métalifer SA spécialisée dans l'achat/vente de métallerie (n°13)
- L'entreprise Sita Alsace spécialisée dans la collecte, le recyclage et la valorisation des déchets (n°14)
- CUS habitat : chaufferie centralisée au 8 rue de Cherbourg (n°15)
- L'entreprise MAJA-Maschinenfabrik Hermann Schill GmbH & Co. KG, fabricant de machines à glace écaillé et de traitement de la viande (n°16)
- L'entreprise Wacker Neuson spécialisée dans la fabrication de machines-outils pour travaux (n°17)
- L'entreprise Kabel- und Tiefbau GmbH spécialisée dans les câbles et l'engineering associé (n°18)
- L'entreprise Caba-Blind Antriebsaggregate GmbH, fournisseur de roues et roulements à billes (n°19)
- L'entreprise Moderntec Maschinenbau und Vertriebs GmbH spécialisée dans les machines industrielles (n°20)
- L'entreprise Maag GmbH spécialisée dans les presses hydrauliques (n°21)

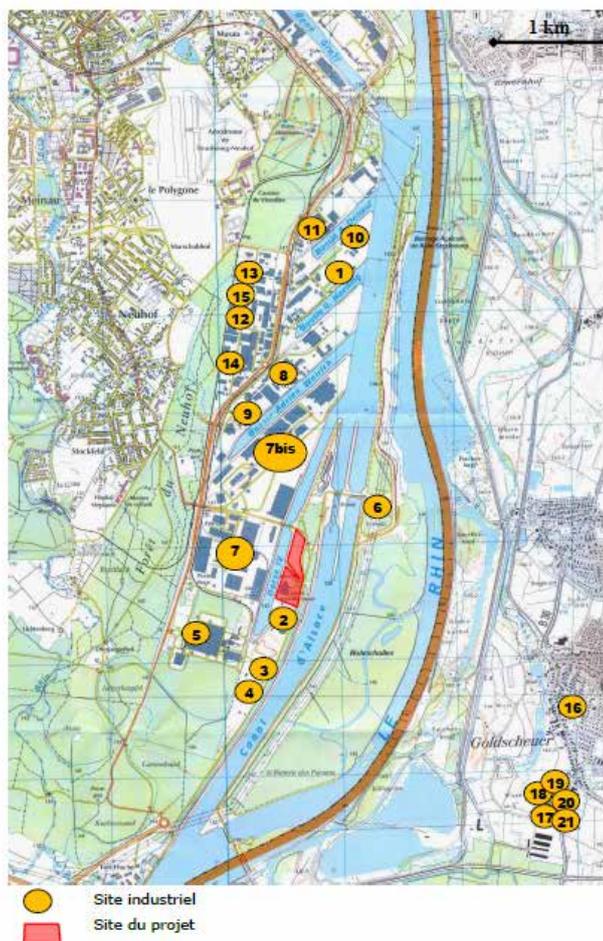


Figure 3 : Sites industriels à proximité du site du projet [INGEVALOR, 2011b]

### 2.2.3 Usages agricoles

Selon le document d'INGEVALOR [INGEVALOR, 2011b], les bases de données de la profession agricole (AGRESTE) donnent les chiffres suivants :

*Pour la commune de Strasbourg :*

Le recensement agricole de 2000 fait état de 31 exploitations (toutes exploitations confondues).

Au niveau de la superficie agricole, 152 ha (hectares) sont utilisés, 105 ha sont des terres labourables et la superficie toujours en herbe est de 7 ha. Le nombre total de vache sur la commune est confidentiel.

*Pour la commune d'Illkirch Graffenstaden :*

Le recensement agricole de 2000 fait état de 17 exploitations (toutes exploitations confondues).

Au niveau de la superficie agricole, 181 ha (hectares) sont utilisés, 159 ha sont des terres labourables et la superficie toujours en herbe est de 17 ha. Le nombre total de vache sur la commune est confidentiel.

A proximité du site, plusieurs ensembles de culture sont identifiés, les céréales et la production de fourrages étant les plus représentées. A noter également la présence de la ferme apicole du Neuhof (2 rue Chanoines Lux 67100 STRASBOURG). La figure 4 présente une cartographie des activités agricoles à proximité du projet.

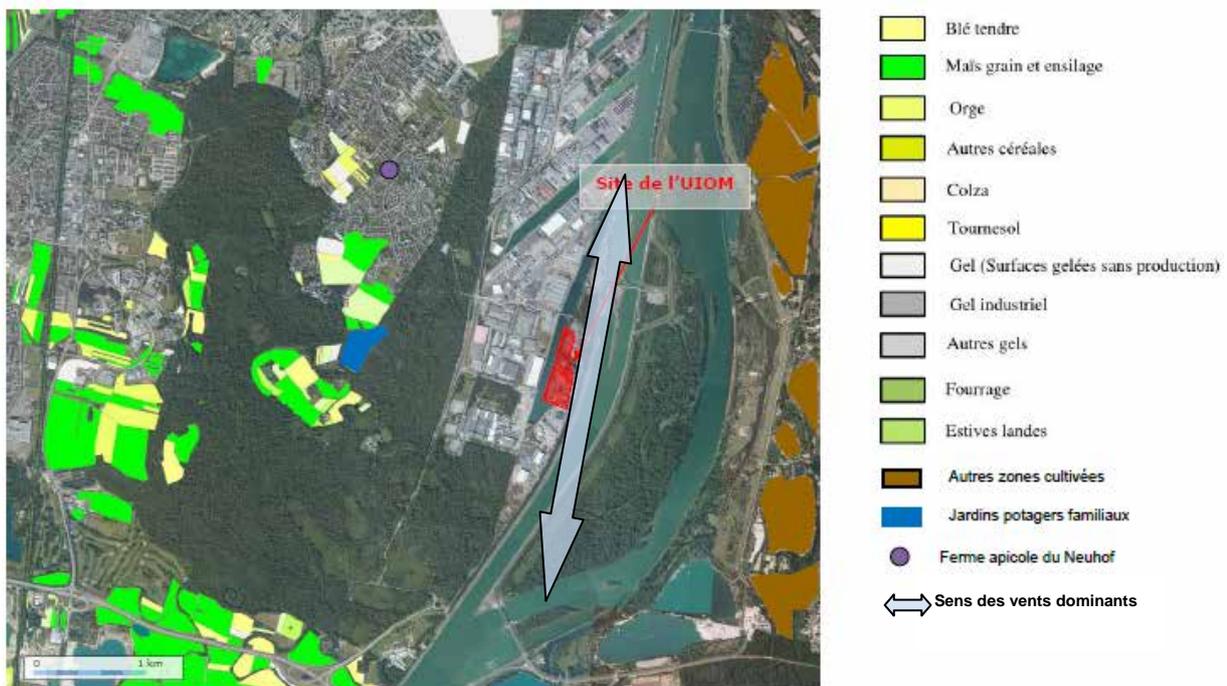


Figure 4 : Activités agricoles à proximité du site [INGEVALOR, 2011b]

## 2.2.4 Etablissements recevant du Public (ERP)

Les ERP situés à proximité du site, dans un rayon inférieur à 3 km sont listés dans le tableau ci-après. Le tableau 1 permet de situer ces établissements.

Tableau 1 : Etablissements recevant du public autour de l'UIOM

Type	Nom de l'établissement	Adresse	Légende
Enseignement éducation enfance	CUS Ecoles	1 r Lorient 67100 STRASBOURG	1
	Ecole Régionale Du 1er Degré	2 r Wickenfeld 67100 STRASBOURG	2
	C.E.M.I. (Centre Education Musicale Instrumentale)	163 r Ganzau 67100 STRASBOURG	3
	Ecole Neuhof	6 r Welsch Neuhof 67100 STRASBOURG	4
	Ecole de Plein Air Faisanderie	r Faisanderie 67100 STRASBOURG	5 et 5bis
	Collège Enseignement Secondaire du Stockfeld	71 r Jésuites 67100 STRASBOURG	6
	Ecole Neuhof	34 rte Altenheim Neuhof 67100 STRASBOURG	7
	Ecole Rodolphe Reuss	62 all Reuss 67100 STRASBOURG	8
	Maternelle Don Bosco	Goethestraße 9, 77694 Kehl, Allemagne	9
	École primaire de Marlen	Kirchstr. 25, 77694 Kehl, Allemagne	10
	École primaire et collège Goldscheuer	Kittersburger Straße 19, Allemagne	11
Etablissements de santé	Hôpital de Jour Adultes Neuhof (Centre Hospitalier d'Erstein)	76 r Ganzau Neuhof 67100 STRASBOURG	1
	Maison de retraite La Faisanderie	26 rte Lisière 67100 STRASBOURG	2
Etablissements sportifs	Stade Michel Walter	40 r Klebsau 67100 STRASBOURG	1
	Association Omnisport La Populaire	10 r Amédée Cailliot 67100 STRASBOURG	2
	Football-Club Stockfeld Colombe	10 r Amédée Cailliot 67100 STRASBOURG	3
	Club Du Port De Plaisance	2 Rue Boulogne, 67100 Strasbourg	4
	Centre De Loisirs Et De La Jeunesse Police Urbaine	74 chem Schulzenfeld 67100 STRASBOURG	5
	Aire de jeux du chêne Rebmann	Route de l'Oberjaegerhof, Strasbourg	6
Divers	Centre Aide par le Travail Essor (C.A.T.)	12 r Amédée Cailliot 67100 STRASBOURG	1
	Musée du patrimoine (Heimtmuseum Alte Schule Goldscheuer)	Römerstr. 60, 77694 Kehl, Allemagne	2
	A.R.O.E.V.E.N	17 r Jésuites 67100 STRASBOURG	3

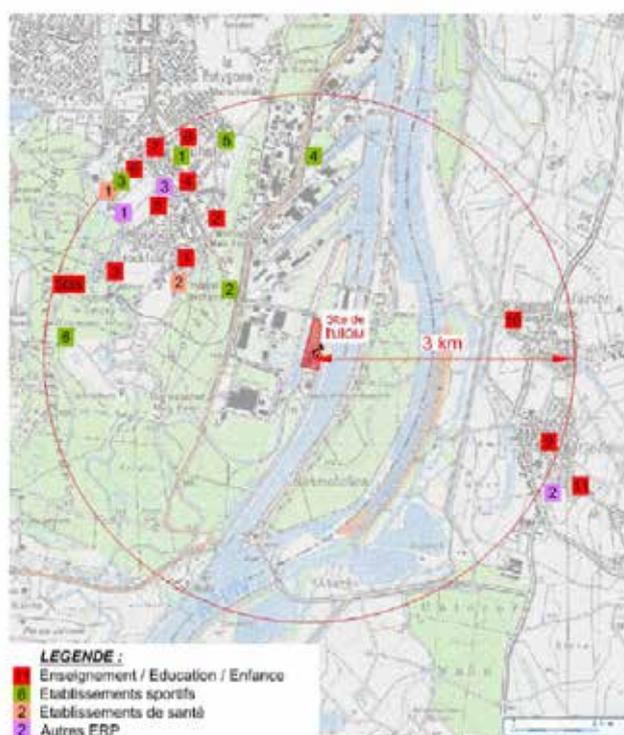


Figure 5 : Etablissement recevant du Public à proximité du projet [INGEVALOR, 2011b]

Un rayon de 3 km a été retenu par défaut lors de l'inventaire des établissements sensibles autour du site. En fonction des conclusions de l'étude, l'inventaire de ces populations pourra être étendu (élargissement de ce rayon).

### **3. INVENTAIRE DES EMISSIONS DE L'INSTALLATION**

#### **3.1 INVENTAIRE QUALITATIF**

##### **3.1.1 L'unité d'incinération (UIOM)**

**La principale source de pollution des UIOM correspond aux rejets canalisés des gaz de combustion** issus des fours où sont présentes les substances suivantes [NRC, 2000 ; BREF, 2006] :

- les métaux lourds : arsenic, cadmium, chrome, manganèse, mercure, nickel et plomb principalement, mais également antimoine, baryum, cobalt, cuivre, étain, sélénium, argent, thallium, zinc et vanadium ;
- les dioxines et furanes ;
- les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) ;
- les Composés Organiques Volatils (COV) ;
- les poussières ;
- les gaz de combustion : NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, HF et HCl.

L'UIOM de Strasbourg comprend 3 lignes d'incinération, dont les gaz de combustion sont évacués par 3 conduits (1 pour chaque ligne), regroupés dans une cheminée commune (voir figure 6). Ses caractéristiques sont présentées dans le tableau 2.



*Figure 6 : photographie de la cheminée principale de l'installation*

Tableau 2 : Caractéristiques moyennes des conduits de l'incinérateur (données unitaires)

Caractéristiques	Unité	Valeur
Hauteur de la cheminée	m	84,7
Diamètre d'un conduit	m	1,5
Vitesse d'éjection au débouché	m/s	17,9
Débit des fumées humides non normalisé (par conduit)	m <sup>3</sup> /s	31,8
Débit des fumées sèches normalisé (par conduit)	Nm <sup>3</sup> /s	16,4
Durée de fonctionnement	h/an	8200
Taux d'humidité moyen	%	19,4
Taux d'O <sub>2</sub> moyen	%	11,7
Température en sortie de cheminée	K	423

### 3.1.2 La plateforme de traitement des mâchefers

La plateforme de traitement des mâchefers est susceptible de générer des poussières, par envol lors des manipulations ou par l'effet du vent, au-delà des limites du site. Les mâchefers sont majoritairement constitués de silice, alumine et calcaire (80% environ) et peuvent contenir des imbrûlés (Arrêté ministériel du 20/9/2002 modifié le 3/8/2010<sup>2</sup>), ainsi que des métaux lourds dont la teneur doit être contrôlée avant valorisation : mercure, plomb, cadmium, arsenic, chrome (Circulaire DPPR/SEI/BPSIED n°94-IV-1 du 9 mai 1994).

Des analyses de poussières prélevées au niveau de la plateforme de mâchefers montrent la présence de nombreux métaux (analyses sur plaquettes [Analytice, 2005b ; a] et par préleveurs individuels portatifs [LICE, 2006]. Cette dernière étude conclut à une « faible exposition des opérateurs aux aérosols », et les observations visuelles sur le terrain n'indiquent pas d'émissions importantes en-dehors du site.

Cependant les données proposées dans les documents disponibles à ce jour ne sont pas exploitables pour la caractérisation des émissions ainsi que pour l'évaluation de la qualité des milieux et de l'exposition des personnes en-dehors du site.

### 3.1.3 L'unité de valorisation organique (UVO)

L'Unité de méthanisation et de valorisation du biogaz par réinjection dans le réseau comprend plusieurs points d'émissions atmosphériques [INGEVALOR/PÖYRY, 2012] :

- UVO 7 : traitement de l'air vicié
- UVO 8 : torchère de secours

<sup>2</sup> article 9 a) : « Les installations d'incinération sont exploitées de manière à atteindre un niveau d'incinération tel que la teneur en carbone organique total (COT) des cendres et mâchefers soit inférieure à 3 % du poids sec de ces matériaux ou que leur perte au feu soit inférieure à 5 % de ce poids sec. La perte au feu doit toutefois être limitée à 3 % pour les installations qui traitent des déchets d'activités de soins à risques infectieux. »

- UVO 9 : traitement du biogaz
- UVO 10 : chaudière process digesteurs

### **UVO 7 : traitement de l'air vicié**

Le procédé de traitement de l'air (désodorisation) de l'UVO7 a pour fonction :

- de ventiler les locaux process et de les mettre en dépression,
- d'extraire l'air humide et capter les poussières,
- de condenser l'eau extraite avec l'air de ventilation,
- de désodoriser l'air extrait avant rejet.

L'ensemble de ces dispositions permet de maintenir de bonnes conditions de travail pour le personnel et d'avoir un taux de renouvellement d'air prévu dans ces bâtiments de 4 à 7 volumes d'air par heure.

Les substances rejetées par cette cheminée sont de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), de l'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ) des amines ( $\text{R-NH}_2$ ) et des mercaptans ( $\text{R-SH}$ ) [INGEVALOR/PÖYRY, 2012].

### **UVO 8 : torchère**

Une torchère de secours (UV08) est présente sur l'installation. Elle permet de brûler le biogaz en secours, pour éviter une montée en pression des digesteurs et durant la phase finale d'inertage des digesteurs. Les fumées de combustion sont rejetées directement à l'atmosphère. Les substances rejetées sont des poussières, du dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ), des oxydes d'azotes ( $\text{NO}_x$ ), du monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ), de l'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ ), de l'acide fluorhydrique ( $\text{HF}$ ), des composés Organiques Volatils Non Méthaniques ( $\text{COV}_{\text{NM}}$ ), et de l'hydrogène sulfuré ( $\text{H}_2\text{S}$ ) [INGEVALOR/PÖYRY, 2012].

**Cependant, la torchère est un élément de secours qui ne sert pas en fonctionnement normal. Ses émissions ne sont donc pas considérées dans la suite de l'évaluation.**

### **UVO 9 : épuration du Biogaz**

Les équipements de l'installation de traitement du biogaz (UVO 9) avant réinjection dans le réseau seront confinés et hermétiques (capotage) et situés principalement dans des containers afin d'éviter toute diffusion vers l'extérieur. Les gaz de purge (contenant des résidus d' $\text{H}_2\text{S}$ ) sont envoyés vers l'unité de traitement d'air UVO 7 [INGEVALOR/PÖYRY, 2012].

Les flux de polluants rejetés à l'atmosphère par ce système sont donc négligeables et **ne sont donc pas considérées dans la suite de l'évaluation.**

## UVO 10 : chaudière process digesteurs

Le procédé de méthanisation est composé de digesteurs dont le sol est chauffé. Ce procédé étant endothermique, il est nécessaire de porter et de maintenir la matière en fermentation à une température d'environ 37°C, correspondant à la plage optimale de fonctionnement des bactéries mésophiles utilisées dans le procédé. Pour ce faire, une chaudière au biogaz est utilisée toute l'année en discontinu selon les besoins (4300 heures sur 12 mois) [INGEVALOR/PÖYRY, 2012].

Les fumées de combustion sont rejetées directement à l'atmosphère par le biais d'une cheminée dédiée (UVO10). Les substances rejetées sont des poussières, du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), des oxydes d'azotes (NO<sub>x</sub>), du monoxyde de carbone (CO), de l'acide chlorhydrique (HCl), de l'acide fluorhydrique (HF), des composés Organiques Non Méthaniques (COV<sub>NM</sub>). Les effluents gazeux peuvent contenir des traces de métaux et de HAP, mais les quantités sont jugées négligeables [INERIS, 2002 ; INGEVALOR/PÖYRY, 2012].

Les caractéristiques des cheminées de l'installation d'injection dans le réseau sont récapitulées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Caractéristiques des cheminées de l'unité de méthanisation et d'injection du biogaz dans le réseau [INGEVALOR/PÖYRY, 2012]

Caractéristiques	Unité	UVO7 Traitement air vicié	UVO8 Torchère de secours	UVO9 Epuraton du biogaz	UVO10 Chaudière
Hauteur de la cheminée	m	15	11,7	Pas d'émission directe : effluents dirigés vers UVO 7.	12
Diamètre de la cheminée au débouché	m	1,2	0,85		0,28
Vitesse d'éjection au débouché	m/s	15	5		6
Durée de fonctionnement	h/an	8584	0		4300
Taux d'humidité moyen	%	5	Pas de rejet en fonctionnement normal		18
Taux d'O <sub>2</sub> moyen	%	21			6
Température en sortie de cheminée	K	298			433
Débit des fumées (humide)	Nm <sup>3</sup> /h	56 000			840
Débit des fumées (sec)	Nm <sup>3</sup> /h	53 200	690		

## 3.2 BILAN QUANTITATIF DES EMISSIONS

### 3.2.1 Émissions de la plateforme mâchefers

En l'absence de données pertinentes, les émissions diffuses de la plateforme mâchefers ne sont pas quantifiées. Des prélèvements et analyses de poussières pourraient être envisagées pour s'assurer que ces émissions ne sont pas significatives au regard des émissions globales de l'UIOM. A défaut de bilan quantitatif sur les émissions diffuses, une évaluation qualitative est proposée (voir 7.1).

### 3.2.2 Émissions de l'incinérateur (UVE)

Le bilan des émissions canalisées dans la configuration future de l'installation a été réalisé par INGEVALOR. Celui-ci se base en premier lieu,

**pour l'incinérateur, sur les prescriptions (en particulier les valeurs limites à l'émission (VLE)) imposées par l'arrêté préfectoral actuel.**

Pour compléter ces bilans, différentes hypothèses ou considérations ont été adoptées :

- De façon majorante, les flux des substances réglementées sont supposés correspondre aux valeurs limites à l'émission (les mesures réalisées à la cheminée de l'incinérateur dans sa configuration actuelle montrent que les flux réels y sont inférieurs) ;
- Les concentrations à l'émission des 3 conduits sont considérées égales car elles ont des caractéristiques similaires à la fois dans leur conception et leur utilisation (mêmes procédés et déchets similaires) ;
- Lorsque les Valeurs limites d'émission (VLE) sont des sommes de paramètres (métaux lourds), la répartition entre les éléments se fait dans les mêmes proportions que les émissions réelles mesurées ;
- D'après les données disponibles<sup>3</sup>, la répartition des COV émis se répartit en 20 % de composés organiques volatils méthaniques (COVM) et 80% de composés organiques volatils non méthaniques. Il n'y a pas d'informations plus précises disponibles. Ainsi par prudence scientifique, l'ensemble des COV est assimilé à du benzène ;
- A défaut de mesure de la spéciation du chrome à l'émission, la part de chrome hexavalent (forme plus toxique) est considérée à 10% de façon prudente. Une étude de l'US-EPA de 1995 [Linak et al, 1996] portant sur la formation et la destruction du chrome VI dans une chambre de combustion en régime turbulent indique un ratio Cr VI / Cr total de 5 et 8 %. Enfin cette hypothèse est conforme à la préconisation du guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM de l'ASTEE (association scientifique et technique de l'eau et de l'environnement, novembre 2003) [ASTEE, 2003].
- Le mercure est émis très majoritairement sous forme gazeuse : sans que la répartition entre les formes chimiques : élémentaire, inorganique ( $\text{HgCl}_2$  par exemple) ou organique (méthylmercure par exemple) ne soit déterminée. La forme la plus pénalisante sera retenue pour l'étude de risque.
- Les émissions de dioxines et furannes (PCDD/F) sont exprimées en équivalent toxique (I-TEQ)<sup>4</sup> selon la convention NATO/CCMS conformément à la réglementation en vigueur (voir annexe 1). La répartition des congénères à l'émission n'est pas connue.
- Parmi les substances identifiées en 3.1, l'argent, le baryum, le sélénium et les HAP ne sont pas mesurés à l'émission. Ces substances ne sont pas réglementées par l'arrêté ministériel du 20/09/2002 et ne sont pas

---

<sup>3</sup> E-mail d'INGEVALOR à l'INERIS du 09/06/2011 précisant les proportions de COV émis : "Nature des COV émis: concernant les émissions de COV de l'UIOM, d'après les campagnes de mesures menées sur le site sur les 4 dernières années, la répartition des COVM (Méthaniques) et COVNM (Non Méthaniques) par rapport aux COVT (total) est de COVM : 20% et COVNM : 80%

<sup>4</sup> La répartition des différents congénères émis est disponible. L'expression en équivalent I-TEQ est pertinente en premier niveau d'approche.

identifiées dans le guide de l'ASTEE [ASTEE, 2003]. Le BREF [BREF, 2006] sur les incinérateurs indique que les niveaux d'émissions de HAP sont « généralement faibles ». Elles ne sont généralement pas suivies pour ce type d'installation et le retour d'expérience indique qu'il n'y a pas de préoccupation pour ces substances émises par ce type d'installation.

Le bilan prévisionnel des émissions de l'incinérateur est récapitulé dans le tableau 4.

*Tableau 4 : Bilan prévisionnel des émissions canalisées des 3 lignes de l'incinérateur*

<b>Substances</b>	<b>Concentrations (air sec à 11% O<sub>2</sub>) mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>Flux de substance (moyens, par conduit) g/s</b>
Poussières	10	$1,4 \cdot 10^{-1}$
COV (assimilé à benzène)	10	$1,4 \cdot 10^{-1}$
COV <sub>NM</sub>	-	-
CO	50	$7,2 \cdot 10^{-1}$
NOx	80	$1,1 \cdot 10^0$
NH <sub>3</sub>	30	$4,3 \cdot 10^{-1}$
HCl	10	$1,4 \cdot 10^{-1}$
HF	1	$1,4 \cdot 10^{-2}$
SO <sub>2</sub>	50	$7,2 \cdot 10^{-1}$
Métaux (Cd+Tl)	$5,0 \cdot 10^{-2}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$
Cd	$2,8 \cdot 10^{-2}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$
Tl	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$
Hg	$5 \cdot 10^{-2}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$
Métaux (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V)	$5 \cdot 10^{-1}$	$7,2 \cdot 10^{-3}$
As	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$8,1 \cdot 10^{-4}$
Cr III (90%)	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$
CrVI (10%)	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$
Co	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$
Cu	$6,0 \cdot 10^{-2}$	$8,6 \cdot 10^{-4}$
Mn	$7,5 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$
Ni	$2,5 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$
Pb	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$
Sb	$5,1 \cdot 10^{-2}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$
V	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$
Zn	$3,2 \cdot 10^{-1}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$
PCDD/F	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$

### 3.2.3 Émissions des unités de valorisation organique (UVO)

Le bilan des émissions canalisées des installations de production et de traitement du biogaz (injection dans le réseau) a été réalisé par POYRY et validé par l'exploitant, sur la base de :

- de données du constructeur ;
- de données bibliographiques [INERIS, 2002 ; INGEVALOR/PÖYRY, 2012] ;
- de valeurs limites d'émission nationales (Arrêtés ministériels<sup>5</sup> [JORF, 1998 ; 1999 ; 2010])

Le bilan prévisionnel de ces émissions est récapitulé dans le tableau 5. Les concentrations et les flux correspondants sont des **valeurs majorantes** d'après les données disponibles. Il est prévu que les émissions des installations y soient inférieures, mais il n'est pas possible à ce jour d'établir des prévisions plus précises. Les émissions réelles seront déterminées par des mesures réalisées en cours du fonctionnement.

Tableau 5 : Bilan prévisionnel des émissions canalisées des installations de valorisation organique [INGEVALOR/PÖYRY, 2012]

	UVO7 Rejet air vicié		UVO10 chaudière	
	Concentration (mg/Nm <sup>3</sup> sec à 21% O <sub>2</sub> )	Flux moyen (g/s)	Concentration (mg/Nm <sup>3</sup> sec à 11% O <sub>2</sub> )	Flux moyen (g/s)
Poussières	0	0	100	1,4.10 <sup>-2</sup>
COVNM	0	0	110	1,6.10 <sup>-2</sup>
CO	0	0	700	9,9.10 <sup>-2</sup>
NO <sub>2</sub>	0	0	300	4,2.10 <sup>-2</sup>
NH <sub>3</sub>	0,11	1,6.10 <sup>-3</sup>	0	0
amines	0,011	1,6.10 <sup>-4</sup>	0	0
HCl	0	0	50	7,1.10 <sup>-3</sup>
HF	0	0	5	7,1.10 <sup>-4</sup>
SO <sub>2</sub>	0	0	300	4,2.10 <sup>-2</sup>
H <sub>2</sub> S	0,11	1,6.10 <sup>-3</sup>	0	0
mercaptans	0,055	8,0.10 <sup>-4</sup>	0	0

<sup>5</sup> Arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation

Arrêté du 11/08/99 relatif à la réduction des émissions polluantes des moteurs et turbines à combustion ainsi que des chaudières utilisées en postcombustion soumis à autorisation sous la rubrique 2910 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement

Arrêté 23/07/2010 relatif aux chaudières présentes dans les installations de combustion d'une puissance thermique supérieure ou égale à 20 MWth autorisées ou modifiées à compter du 1er Novembre 2010

Remarque : La comparaison des flux du Tableau 4 et du Tableau 5 montre que les flux émis par les nouvelles installations (UVO) sont inférieurs à 5% des flux émis par l'incinérateur (sauf pour H<sub>2</sub>S et les mercaptans, non émis par l'incinérateur).

### 3.3 REJETS AQUEUX

Les eaux de process de l'usine d'incinération proviennent du traitement humide des fumées, du refroidissement des mâchefers et des purges des chaudières. Ces **effluents sont envoyés à la station d'épuration collective (STEP) de Strasbourg** après décantation. Ils sont règlementés et contrôlés avant rejet conformément à l'Arrêté du 20/09/2002<sup>6</sup> révisé et à l'arrêté préfectoral du 22 juin 2006<sup>7</sup>.

Sur le site de la plate-forme de maturation de mâchefers, l'ensemble des eaux (eaux d'égouttage des mâchefers, eaux pluviales, et lixiviats) sont recueillies dans un réseau collecteur débouchant sur un bassin de décantation étanche. Après analyses et vérification des paramètres, les eaux sont envoyées à la station de traitement de l'usine d'incinération puis à la STEP en mélange avec les eaux de l'UIOM (conformément à l'Arrêté du 20/09/2002 révisé et à l'arrêté préfectoral du 22 juin 2006).

Pour la méthanisation et le traitement du biogaz, le process utilise de l'eau pour la digestion en milieu humide, le nettoyage et le traitement de l'air. Les effluents issus de la méthanisation (percolat) et du nettoyage, ainsi que les eaux pluviales de toiture sont stockés dans la cuve percolat et sont recyclés. Les effluents du traitement d'air sont en partie évaporés, la part résiduelle est envoyées à la station d'épuration collective après neutralisation.

Les eaux pluviales de voirie et les eaux de lavage des plateformes subissent un traitement par séparateur hydrocarbures (déshuileur/débourbeur). Elles sont ensuite analysées (conformément à l'arrêté du 20/09/2002 révisé et à l'arrêté préfectoral du 22 juin 2006) avec prise d'échantillon journalière puis rejetées à la darse en cas de non présence d'agents polluants. Dans le cas contraire elles sont maintenues dans un bassin de stockage (bassin eau incendie).

**Ainsi au vu de ces informations, en l'absence de rejets directs vers les eaux superficielles (à part les eaux pluviales), ce milieu n'a pas fait l'objet d'étude spécifique dans le cadre de cette évaluation des risques sanitaires.**

Suite à la constatation de plusieurs périodes de dépassements des prescriptions de l'Arrêté du 20/09/2002 révisé et à l'arrêté préfectoral du 22 juin 2006, l'exploitant a été mis en demeure par les arrêtés complémentaires du 31/07/2009 et du 16/08/2011 de mettre en place **une nouvelle unité *in-situ* de traitement des eaux usées**. Cette unité est en cours de construction au moment de la rédaction de cette ERS. Il est prévu que les eaux traitées soient envoyées vers la STEP collective conformément aux arrêtés en vigueur.

---

<sup>6</sup> relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux

<sup>7</sup> portant prescriptions d'exploitation de l'UIOM de Strasbourg

#### **4. INTERPRETATION DES MESURES DANS L'ENVIRONNEMENT : INVENTAIRE DES RESULTATS DE LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE**

Une surveillance des retombées dans l'environnement est réalisée régulièrement, à l'aide de l'analyse de lichens prélevés par Biomonitor au niveau de stations définies en fonction des études de dispersion dans un rayon de 5 km environ. L'analyse porte sur les dioxines/furanes et les métaux (arsenic, cadmium, cobalt, chrome, cuivre, mercure, manganèse, nickel, plomb, sélénium, étain, thallium vanadium et zinc). D'après le rapport fourni [Biomonitor, 2011], les prélèvements de 2010 montrent que pour les dioxines les teneurs observées sont toutes conformes aux teneurs attendues dans ce type de matrice en l'absence locale d'émetteur et sont du même ordre de grandeur que la valeur ubiquitaire (3,5 pg I-TEQ/g) . Pour les métaux, les résultats de 2010 ne montrent pas de phénomène de dépôts.<sup>8</sup>. Ces analyses ne permettent pas de quantifier les concentrations et les dépôts, ni d'évaluer la contribution des émissions du site sur les concentrations et dépôts sur la zone, notamment du fait du positionnement des points de prélèvement.

Une surveillance non spécifique à l'incinérateur existe à proximité du site via le réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Alsace (ASPA). Parmi les stations utilisées par l'ASPA, les stations suivantes sont retenues par INGEVALOR<sup>9</sup> pour le site :

- station « EST » pour le Benzène, le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et les particules sise rue Kurvau, square de la ménagerie 67100 Strasbourg (soit environ 1400 m au nord du site)
- Station « ZI port de Strasbourg » au niveau du site « Général Motor » pour les métaux sise rue de la Rochelle 67100 Strasbourg (soit environ 300 m au nord du site)

---

<sup>8</sup> les résultats détaillés sont reportés dans le rapport de Biomonitor, 2011.

<sup>9</sup> Voir mail d'INGEVALOR à INERIS le 30/03/2011

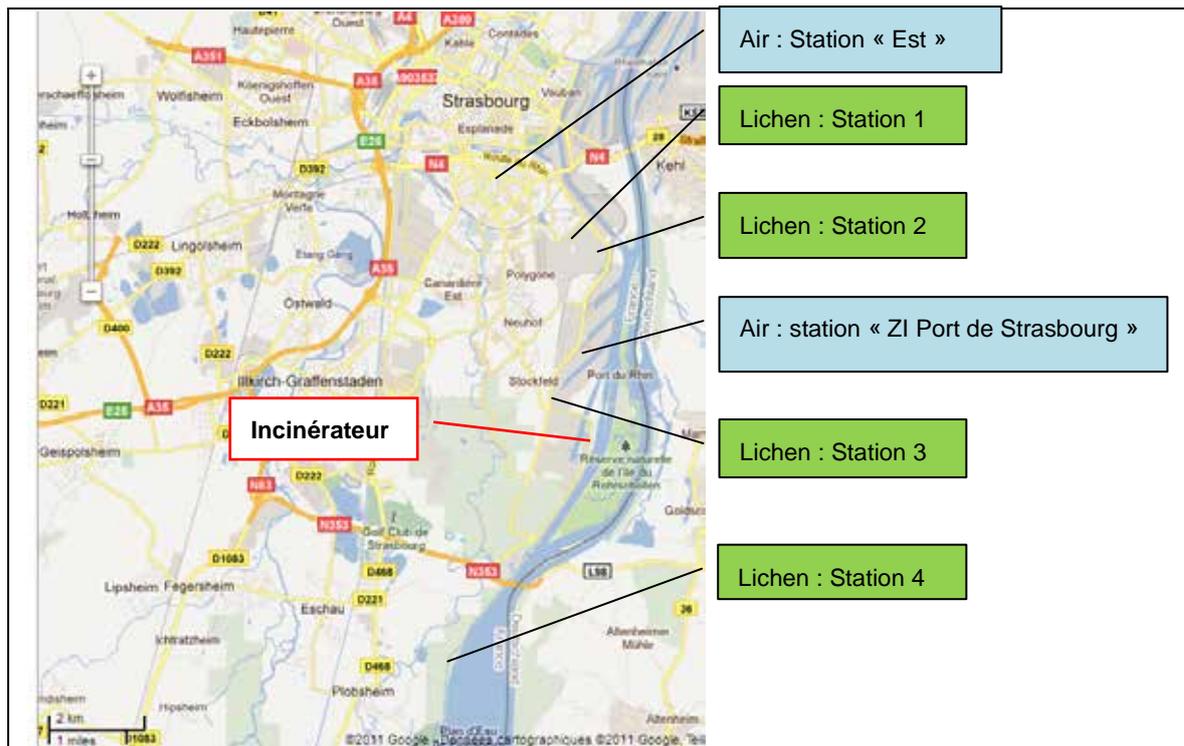


Figure 7 : Localisation des points de prélèvements de lichen [Biomonitor, 2011] et d'air (ASPA)

Le Tableau 6 récapitule ces valeurs mesurées, ainsi que les valeurs réglementaires correspondantes inscrites dans l'article R221-1 du Code de l'environnement (objectifs de qualité ou valeurs cibles). **La comparaison des concentrations mesurées aux valeurs réglementaires indique une absence de préoccupation sanitaire liée à la qualité de l'air aux emplacements de mesure pour les paramètres mesurés** (mesurés et réglementés), au regard des critères correspondants. Cependant, ces données sont peu pertinentes pour évaluer l'impact des émissions du site car :

- d'une part les points de mesure ne sont pas situés aux points de retombée maximale des émissions ;
- d'autre part, compte-tenu du contexte urbain et/ou industriel et de la proximité des axes routiers, la contribution des émissions du site à ces concentrations ne peut être déterminée.

*Remarque : Afin d'améliorer la surveillance des milieux autour de l'incinérateur, et du potentiel impact de ses émissions, le plan de surveillance pourrait être révisé conformément aux guides et bonnes pratiques actuelles [INERIS, 2001]. Des propositions sont faites en conclusion de ce rapport.*

Tableau 6 : Valeurs de surveillance de la qualité de l'air reportées par ASPA à proximité du site, et valeurs réglementaire (article R221-1 du Code de l'environnement) correspondantes

Substances	Valeur moyenne annuelle	Source	Valeur réglementaire	Type
Benzène	1,9 µg.m <sup>-3</sup>	Moyenne entre 2003 et 2010 « STG EST » [ASPA, 2010d]	2 µg.m <sup>-3</sup>	Objectif de qualité (moyenne annuelle)
Métaux				
Cadmium	0,3 ng.m <sup>-3</sup>	ZI port de Strasbourg Moyenne 2010 [ASPA, 2010f ASPA, 2010b]	5 ng.m <sup>-3</sup>	Valeur cible (moyenne annuelle)
Nickel	2,5 ng.m <sup>-3</sup>		20 ng.m <sup>-3</sup>	Valeur cible (moyenne annuelle)
Arsenic	0,8 ng.m <sup>-3</sup>		6 ng.m <sup>-3</sup>	Valeur cible (moyenne annuelle)
Plomb	13,4 ng.m <sup>-3</sup>		0,25 µg.m <sup>-3</sup>	Objectif de qualité (moyenne annuelle)
Chrome	4,1 ng.m <sup>-3</sup>		-	
Cuivre	13,5 ng.m <sup>-3</sup>		-	
Zinc	87,4 ng.m <sup>-3</sup>		-	
Poussières				
PM10	23,8 µg.m <sup>-3</sup>	Moyenne 1996-2010 Station « STG Est » [ASPA, 2010h]	30 µg.m <sup>-3</sup>	Objectif de qualité (moyenne annuelle)
PM2.5	15,7 µg.m <sup>-3</sup>			
Gaz				
NO <sub>2</sub>	35,7 µg.m <sup>-3</sup>	Moyenne 2001-2010 Station « STG Est » [ASPA, 2010g]	40 µg.m <sup>-3</sup>	Objectif de qualité (moyenne annuelle)
NOx	64,7 µg.m <sup>-3</sup>			
SO <sub>2</sub>	5,6 µg.m <sup>-3</sup>	Moyenne 2000-2010 Station « STG Est » [ASPA, 2010e]	50 µg.m <sup>-3</sup>	Objectif de qualité (moyenne annuelle)

## **5. CARACTERISTIQUES ET TOXICITE DES SUBSTANCES RETENUES**

### **5.1 METHODOLOGIE**

Pour chacune des substances identifiées, la toxicité est caractérisée par la description succincte des effets et la détermination des relations doses-effets correspondantes. Cette étude de la toxicité des substances identifiées se base sur le principe de transparence. La plupart des substances identifiées fait l'objet de fiches de données toxicologiques et environnementales (consultables depuis le portail Substances Chimiques [www.ineris.fr/substances](http://www.ineris.fr/substances)) dans lesquelles leurs effets sont décrits de façon exhaustive.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) traduisent mathématiquement la relation entre une dose de substance et les effets indésirables que cette dose produit sur la santé humaine. Fondées sur l'analyse critique des connaissances toxicologiques, épidémiologiques et cliniques, les VTR sont établies et actualisées par des instances internationales (OMS) ou des structures nationales (US-EPA, OEHHA et ATSDR aux États-Unis, RIVM aux Pays-Bas, Santé Canada...) dont les compétences sont unanimement reconnues par la communauté scientifique.

Selon les mécanismes toxiques mis en jeu, deux principaux types d'effets indésirables pour la santé sont classiquement distingués :

- les effets survenant à partir d'un seuil de dose, principalement les effets non cancérogènes (Les VTR traduisent alors les relations quantitatives entre une dose et un effet) ;
- les effets survenant sans seuil de dose, comme les effets cancérogènes génotoxiques (Les VTR traduisent alors les relations quantitatives entre une dose et une probabilité d'effet).

La recherche de VTR est facilitée par la consultation du portail [www.Furetox.fr](http://www.Furetox.fr) qui donne accès aux six bases de données recommandées :

- l'Agence américaine de l'environnement (US Environmental Protection Agency) : base de données IRIS<sup>10</sup>, *Integrated Risk Information System* ;
- l'Agence américaine des substances toxiques et du registre des maladies (ATSDR<sup>11</sup>, *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) ;
- l'Organisation mondiale de la santé (OMS)<sup>12</sup> ;
- Santé Canada<sup>13</sup> ;
- du RIVM<sup>14</sup>, Institut National de Santé Publique des Pays-Bas ;
- l'OEHHA<sup>15</sup>, *Office of Environmental Health Hazard Assessment*.

---

<sup>10</sup> <http://www.epa.gov/iris/>

<sup>11</sup> <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.html>

<sup>12</sup> Les *Valeurs guides* de l'OMS sont établies comme les VTR sur des critères de santé publique. Néanmoins pour certaines substances, l'OMS précise que les VG ne sont pas établies uniquement sur des critères sanitaires, mais sont limitées par des considérations techniques (limites de détection pour l'arsenic dans l'eau, par exemple).

<sup>13</sup> [www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/hbct-jact/index-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/hbct-jact/index-fra.php)

<sup>14</sup> <http://www.rivm.nl/>

Lorsque plusieurs VTR existent pour la même substance pour le même type d'effet (avec ou sans seuil), deux situations peuvent se présenter pour le choix des VTR :

- 1<sup>er</sup> cas : substances pour lesquelles l'INERIS ou l'ANSES<sup>16</sup> recommande des choix. Les choix de l'INERIS sont justifiés dans le document : *Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR). Mars 2009 [INERIS, 2009]* ou dans les fiches de données toxicologiques et environnementales disponibles sur le portail « substances chimiques »<sup>17</sup> de l'INERIS.

    è les VTR choisies par les toxicologues de l'INERIS ou de l'ANSES sont retenues, dans la mesure où ces choix sont argumentés et les raisons de ces choix diffusés de façon transparente.

- 2<sup>e</sup> cas : substances pour lesquelles il n'existe pas de choix argumenté et publié par l'INERIS ou l'ANSES.

    è les choix sont alors réalisés selon la démarche recommandée par la circulaire n°DGS/SD7B/2006/234 de la Direction Générale de la Santé (2006) indiquant une hiérarchisation entre les différentes bases de données citées ci-avant.

Concernant les VTR pour l'exposition aiguë par inhalation, selon l'INERIS (unité Expertise et Evaluations en toxicologie), les Reference Exposure Level (REL) de l'OEHHA pour des expositions de 1 à 8 heures correspondent à des seuils accidentels et ne sont pas retenus dans ses choix de VTR. Les MRLs aiguës proposées par l'ATSDR correspondent à des expositions de 24 heures.

Pour les substances identifiées, l'inventaire et le choix de VTR sont décrits en annexe 1. Les profils toxicologiques des substances traceurs de risque y sont également joints

---

<sup>15</sup> [www.oeaha.ca.gov/air/allrels.html](http://www.oeaha.ca.gov/air/allrels.html)

<sup>16</sup> Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

<sup>17</sup> [www.ineris.fr/substances/](http://www.ineris.fr/substances/)

## 5.2 SYNTHÈSES DES EFFETS ET VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE

Tableau 7 : Effets par inhalation et VTR choisies pour les substances émises

INHALATION	Aiguë			Effet à Seuil			Effet sans seuil			
	Substance	VTR (µg/m <sup>3</sup> )	Effet	Source, Année	VTR (µg.m <sup>-3</sup> )	Effet	Source, Année	ERU (µg.m <sup>-3</sup> )	Effet	Source, Année
SO <sub>2</sub> 7446-09-5	20 (24h)	Respiratoire.	OMS 2005*	20	Respiratoire	OMS* 2005				
NOx 10102-44-0 (NO <sub>2</sub> )	200 (1h)	Respiratoire	OMS * 2005	40	Respiratoire	OMS * 2005				
NH <sub>3</sub> 7664-41-7	1200	Respiratoire	ATSDR 2004	100	Respiratoire.	US-EPA 1991				
HF 7664-39-3	16	Respiratoire	ATSDR 2003	14	Respiratoire. Dents/os	OEHHA 2003				
H <sub>2</sub> S 7783-06-4	100	Respiratoire	ATSDR 2006	2	Respiratoire	US-EPA 2003				
HCl 7647-01-0	-	-	-	20	Respiratoire.	US-EPA 1995				
Poussières (PM2.5)	25	Respiratoire. Cardiaque	OMS * 2005	10	Respiratoire	OMS * 2005				
Poussières (PM10)	50	Respiratoire Cardiaque	OMS * 2005	20	Respiratoire.	OMS * 2005				
Benzène 71-43-2	30	Reproduction Immunologique	ATSDR 2003	10	Système immunitaire	ATSDR 2003	6.10 <sup>-6</sup>	Leucémie	OMS	
PCDD/F (TEQ)	-	-	-	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cd 7440-43-9	-	-	-	5.10 <sup>-3</sup>	Rein	OMS 2000	4,2.10 <sup>-3</sup>	Système Respiratoire (Poumons)	OEHHA 2009	
Hg (élémentaire) 7439-97-6	-	-	-	3.10 <sup>-2</sup>	Système nerveux (troubles neurologiques)	OEHHA 2008	-	-	-	
Tl 7440-28-0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pb 7439-92-1	-	-	-	5.10 <sup>-1</sup>	Plombémie (système nerveux)	OMS 2000	-	-	-	
As 7440-38-2	-	-	-	1,5.10 <sup>-2</sup>	Systèmes cardiovasculaire et nerveux	OEHHA 2008	4,3.10 <sup>-3</sup>	Système Respiratoire (Poumons)	US-EPA 1995	
Sb 7440-36-0	-	-	-	2.10 <sup>-1</sup>	Système Respiratoire (Poumons)	US-EPA 1991	-	-	-	
Cr (III) 16065-83-1	-	-	-	60	Aucun	RIVM 2001	-	-	-	
Cr (VI) 18540-29-9	-	-	-	1.10 <sup>-1</sup>	Système Respiratoire (Poumons)	US-EPA 1998	4,2.10 <sup>-2</sup>	Système Respiratoire (Poumons)	OMS 2000	
Co 7440-48-4	-	-	-	1.10 <sup>-1</sup>	Système Respiratoire	ATSDR 2004	-	-	-	
Cu 7440-50-8	-	-	-	1.10 <sup>0</sup>	Systèmes respiratoire et immunologique	RIVM 2001	-	-	-	
Mn 7439-96-5	-	-	-	5.10 <sup>-2</sup>	Système neurologique	US-EPA 1995				
Ni 7440-02-0	-	-	-	9.10 <sup>-2</sup>	Système Respiratoire	ATSDR 2005	3,8.10 <sup>-4</sup>	Système Respiratoire (Poumons)	OMS 2000	
V 7440-62-2	0,8	Respiratoire.	ATSDR 2009 Provisoire	1.10 <sup>-1</sup>	Système Respiratoire	ATSDR 2009 Provisoire *	-	-	-	
Zn 7440-66-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

OMS \* : Valeurs guides de gestion (voir 5.3 §1)

\* la seule valeur proposée pour le vanadium parmi les 6 bases de données consultées est celles de l'ATSDR qui est une valeur provisoire (draft 2009). Cette valeur a été utilisée pour déterminer les traceurs du risque mais n'a pas été retenue comme VTR pour le calcul de risque conformément à la méthodologie INERIS sur le choix VTR.

Tableau 8 : Effets sur la santé par ingestion et VTR choisies pour les substances émises

INGESTION	Effet à seuil			Effet sans seuil		
Substance	VTR (mg.kg <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> )	Organes Cibles	Source, année	ERU (mg.kg <sup>-1</sup> .j <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup>	Cible	Source
SO <sub>2</sub>	Substances gazeuses ne se transférant pas dans les sols et végétaux pas d'exposition par ingestion.					
NOx						
COV						
HF, HCl, NH <sub>3</sub>						
H <sub>2</sub> S						
Benzène						
Poussières	Voie d'ingestion non considérée pour les poussières					
PCDD/F 1746-01-6	1.10 <sup>-9</sup>	Effets sur la reproduction et développement Système immunitaire	OMS, 2000	nd	nd	nd
	Exposition subchronique des nourrissons : 2.10 <sup>-8</sup>	Système immunitaire	ATSDR 1998	nd	nd	nd
Cd 7440-43-9	5.10 <sup>-4</sup>	Protéinurie (Rein)	RIVM 2001, OEHHA 2009	nd	nd	nd
Hg (methyl) 22967-92-6	1.10 <sup>-4</sup>	Système nerveux	US-EPA 2001	nd	nd	nd
Tl 7440-28-0	pas de VTR	nd	nd	nd	nd	nd
Pb 7439-92-1	3,5.10 <sup>-3</sup>	Système nerveux central / plombémie	OMS 2008 /RIVM 2001	nd	nd	nd
As 7440-38-2	4,5.10 <sup>-4</sup>	Peau	FoBiG 2009	1,5	Peau	EPA1998, OEHHA 2009
Sb 7440-36-0	6.10 <sup>-3</sup>	Sang	OMS 2008	nd	nd	nd
Cr(III) 16065-83-1	1,5	Aucun	US-EPA 1998	nd	nd	nd
Cr(VI) 18540-29-9	3.10 <sup>-3</sup>	Tractus gastro intestinal	US-EPA 1998	nd	nd	nd
Co 7440-48-4	1,4.10 <sup>-3</sup>	Sang	RIVM 2001	nd	nd	nd
Cu 7440-50-8	1,4.10 <sup>-1</sup>	Tractus gastro intestinal	RIVM 2001	nd	nd	nd
Mn 7439-96-5	1,4.10 <sup>-1</sup>	Système neurologique	US-EPA 1995	nd	nd	nd
Ni 7440-02-0	2.10 <sup>-2</sup>	↓ Poids	US-EPA 1991	nd	nd	nd
V 1314-62-1	9.10 <sup>-3</sup>	Système pileux (Cystine)	US-EPA 1988	nd	nd	nd
Zn 7440-66-6	3.10 <sup>-1</sup>	Sang	US-EPA 2005	nd	nd	nd

### 5.3 CHOIX DES SUBSTANCES TRACEURS DES RISQUES

- Les **NOx, le SO<sub>2</sub>** et les **poussières (PM 2.5 et PM 10)**

Ces substances sont retenues d'office pour la modélisation de la dispersion car il s'agit des traceurs traditionnels pour les installations de combustion. Cependant, ils ne sont pas retenus pour le calcul des risques car les valeurs guides (OMS) utilisées pour évaluer leur impact sur la santé sont des valeurs de gestion et non des valeurs toxicologiques. Les concentrations modélisées seront simplement comparées à ces valeurs guides.

- Les **COV** (assimilé à du benzène) et les autres gaz (**HCl, HF, H<sub>2</sub>S et NH<sub>3</sub>**) sont retenus pour les expositions aiguë et chronique par inhalation, sans qu'un choix soit nécessaire du fait de leur faible nombre. Les mercaptans et amines sont assimilés respectivement à H<sub>2</sub>S et NH<sub>3</sub>.
- **Les dioxines** (PCDD/F) sont retenues pour la voie d'ingestion pour leurs effets à seuil<sup>18</sup>. Il s'agit d'un polluant particulièrement sensible et surveillé autour des incinérateurs.
- **Les métaux** étant nombreux et de toxicité différente, un choix de traceurs s'impose pour ne pas compliquer inutilement l'évaluation (principe de proportionnalité). Conformément à la démarche décrite dans le guide INERIS (2003) sur l'ERS et aux pratiques courantes, les traceurs sont choisis en fonction des classements des ratios concentrations à l'émission/VTR ou concentrations à l'émission x ERU en privilégiant les métaux disposant d'ERU pour leurs effets sans seuil. Ainsi :
  - Les 4 métaux disposant d'ERU pour leurs effets sans seuil sont retenues en premier lieu : **Cd, As, CrVI, Ni** ;
  - Pour les autres métaux (Co, CrIII, Cu, Hg, Mn, Pb, Sb et V), seuls ceux dont le ratio (concentration à l'émission/VTR) est supérieur à 10% du ratio maximal sont retenus (voir tableau 9).

---

<sup>18</sup> Voir profil toxicologique en annexe 1

Tableau 9 : Calculs des ratios concentrations à l'émission/VTR ou concentrations à l'émission x ERU pour les métaux émis.

	Ingestion	Retenu ?		Inhalation	Retenu ?
	Ratio			Ratio	
<b>Hg</b>	$5.10^2$	<b>oui</b>	<b>Mn</b>	$2.10^0$	<b>oui</b>
<b>Pb</b>	$5.10^1$	<b>oui</b>	<b>Hg</b>	$2.10^0$	<b>oui</b>
<b>Co</b>	$9.10^0$	non	<b>Co</b>	$1.10^{-1}$	non
<b>Sb</b>	$8.10^0$	non	<b>Pb</b>	$4.10^{-1}$	non
<b>Cu</b>	$4.10^{-1}$	non	<b>Sb</b>	$3.10^{-1}$	non
<b>Mn</b>	$5.10^{-1}$	non	<b>Cu</b>	$6.10^{-2}$	non
<b>V</b>	$2.10^{-1}$	non	<b>CrIII</b>	$2.10^{-4}$	non
<b>CrIII</b>	$8.10^{-3}$	non	<b>TI</b>		non
<b>TI</b>		non	<b>V</b>		non

ratio maximum
>10% du ratio max
<10% du ratio max

Ainsi les métaux retenus dans cette étude sont selon cette méthode (tableau 9) :

- Pour l'ingestion : **Hg, Pb**
- Pour l'inhalation : **Hg, Mn,**

**Le choix aboutit à 7 métaux : arsenic, cadmium, chrome (VI), manganèse, mercure, nickel et plomb, retenues à la fois pour l'inhalation et l'ingestion.** Ce choix correspond à la liste des principaux métaux identifiés dans les gaz de combustion des fours par le NRC [NRC, 2000] (voir 3.1) et au choix recommandé par l'ASTEE [ASTEE, 2003].

Les autres métaux (TI, Co, CrIII, Cu, Sb, V) ont des ratios inférieurs à ceux des substances retenues. On peut donc considérer en première approche, que les risques seront suffisamment couverts par les 7 métaux retenus. D'après le retour d'expérience, aucun d'eux ne fait l'objet de préoccupation particulière autour d'installations de ce type.

Le tableau 10 présente un bilan des substances « traceurs » retenues pour l'évaluation des risques sanitaires liés au fonctionnement du site pour les expositions aiguë et chronique, avec leurs VTR respectives.

Tableau 10 : Récapitulatif des traceurs d'intérêt sanitaire retenus pour la révision de l'évaluation des risques chroniques et VTR respectives

Substances traceurs de risque	Effets aigus	Effets chroniques à seuil		Effets sans seuil	
	Inhalation $\mu\text{g.m}^{-3}$	Inhalation $\mu\text{g.m}^{-3}$	Ingestion $\text{mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$	Inhalation $(\mu\text{g.m}^{-3})^{-1}$	Ingestion $(\text{mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1})^{-1}$
<b>PM<sub>2.5</sub></b>	25 (24h)*	10*			
<b>PM<sub>10</sub></b>	50 (24h)*	20*			
<b>NOx</b>	200 (1h)*	40*			
<b>SO<sub>2</sub></b>	20 (24h)*	20*			
<b>COV (benzène)</b>	30 (aigu)	10		$6.10^{-6}$	
<b>HCl</b>		20			
<b>HF</b>	16 (24h)	14			
<b>H<sub>2</sub>S</b>	100 (24h)	2			
<b>NH<sub>3</sub></b>	1200 (24h)	100			
<b>Arsenic</b>		$1,5.10^{-2}$	$4,5.10^{-4}$	$4,3.10^{-3}$	1,5
<b>Cadmium</b>		$5.10^{-3}$	$5.10^{-4}$	$4,2.10^{-3}$	
<b>Chrome VI</b>		$1.10^{-1}$	$3.10^{-3}$	$4,2.10^{-2}$	
<b>Manganèse</b>		$5.10^{-2}$	$1,4.10^{-1}$		
<b>Mercure</b>		$3.10^{-2}$	$1.10^{-4}$		
<b>Nickel</b>		$9.10^{-2}$	$2.10^{-2}$	$3,8.10^{-4}$	
<b>Plomb</b>		$5.10^{-1}$	$3,5.10^{-3}$		
<b>PCDD/F</b>			$1.10^{-9}$		
* Concentrations comparées aux valeurs de gestion, sans calcul de risque					

## **6. MODELISATION DES CONCENTRATIONS DANS LES MATRICES D'EXPOSITION**

### **6.1 REMARQUE PREALABLE**

Dans les sections 6 et 7, **seules les concentrations, expositions et risques attribuables aux émissions canalisées (identifiées en 3.2), qui font l'objet d'une modélisation, sont estimés et évalués.**

En effet, la prise en compte des émissions diffuses de la plateforme mâchefers dans la modélisation est difficile, imprécise et peu pertinente à ce stade car les émissions diffuses sont difficiles à caractériser, surtout à partir de surfaces étendues (telles que les andains) ou d'activités intermittentes. En outre, les poussières émises de façon diffuse se dispersent sur de courtes distances par rapport aux émissions canalisées (quelques centaines de mètres au plus, en fonction des conditions météorologiques notamment). **Compte-tenu de l'absence d'habitations et de zone de culture proches de la plateforme (à moins de 1500 mètres), l'exposition chronique à ces poussières par inhalation ou ingestion (directe ou après transfert dans la chaîne alimentaire) de la population générale est très probablement négligeable.**

L'inhalation de ces poussières par les travailleurs des entreprises voisines reste toutefois possible. Ces personnes seraient alors exposées également aux poussières émises lors de leur activité et par les autres installations présentes dans la zone industrielle (voir 2.2.2). Il serait alors difficile d'évaluer la contribution des émissions du site de valorisation des mâchefers sur ces expositions.

**Compte tenu du manque d'information quantitative concernant les émissions de la plateforme mâchefers, une évaluation qualitative des risques induits est réalisée et les résultats sont proposés en 7.1.**

### **6.2 INVENTAIRE DES MILIEUX D'EXPOSITION ET DES TRANSFERTS**

**L'approche prospective de l'ERS a pour objectif d'évaluer l'exposition théorique de la population locale sur une période de 30 années à venir (2011-2041) avec l'hypothèse de rejets constants sur cette période tels que déterminés au tableau 5 et d'une accumulation des dépôts au sol sans phénomène d'atténuation (érosion, ruissellement, lixiviation et volatilisation).**

L'inventaire des activités et usages autour de l'installation montre que les personnes vivant autour du site (voir les localisations figure 2 et figure 4) sont potentiellement exposées par :

- inhalation des gaz et poussières, et
- ingestion de sol, et d'aliments produits sur place :
  - o fruits et légumes des potagers,
  - o viande et lait produits par les bovins pâturant dans la zone,
  - o viande et œufs produits dans les élevages avicoles<sup>19</sup>.

*Remarque : il n'existe pas d'usage connu de l'eau dans la zone d'étude tels que la baignade et la pêche. Ces deux activités n'ont donc pas été retenues comme potentielles voies d'exposition aux émissions de l'installation<sup>20</sup>.*

### 6.2.1 Transferts considérés

Les milieux et transferts environnementaux étudiés sont donc les suivants :

- Air (dispersion),
- Air à sol (dépôt),
- Sol et Air à produits végétaux à produits animaux (transferts multimédia).

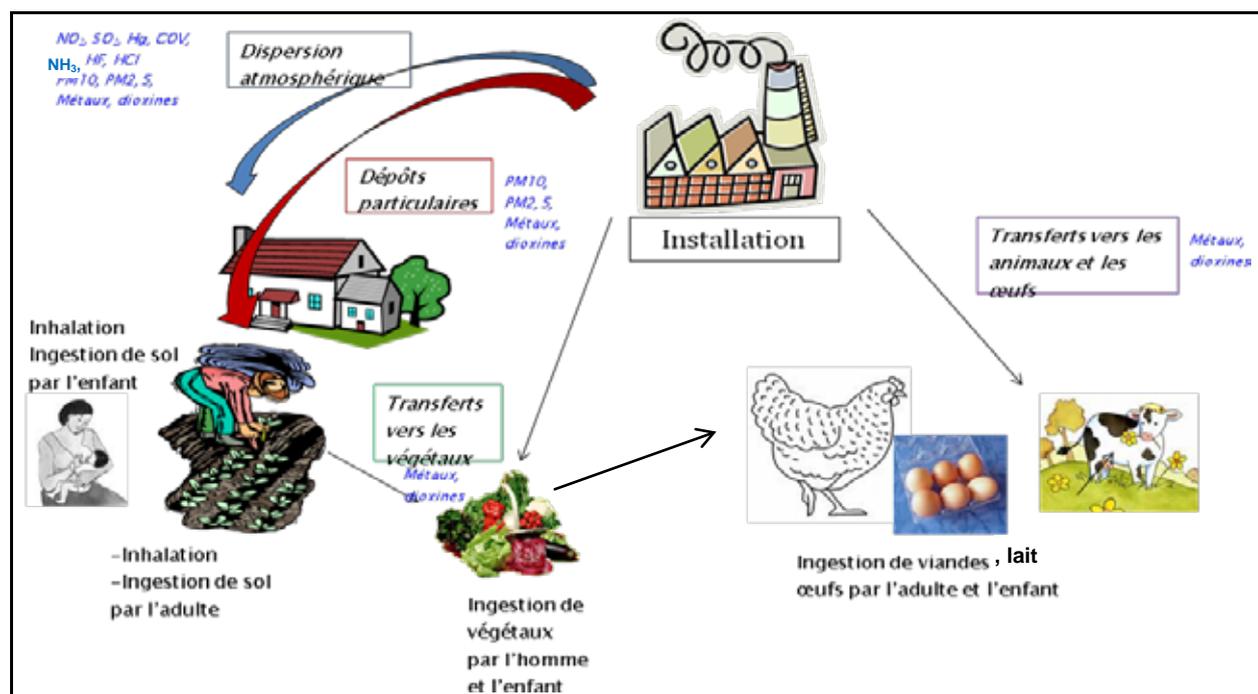


Figure 8 : Schéma conceptuel des expositions pour les émissions de l'incinérateur de Strasbourg

<sup>19</sup> Il n'a pas été identifié d'élevage avicole dans la zone. Néanmoins, l'existence de poulaillers familiaux dans les jardins reste possible.

<sup>20</sup> E-mail d'INGEVALOR du 19/08/2011

A partir du schéma conceptuel d'exposition et des informations recensées sur les populations et les usages autour du site (voir 2.2), **les voies d'exposition et de transfert identifiés** sont localisées sur la carte, Figure 9. Cette figure permet de visualiser les différentes voies d'exposition possibles en fonction des caractéristiques géographiques du site.



*Figure 9 : Localisation des populations et principaux usages, et des voies de transferts et d'exposition correspondants, autour du site*

### 6.3 MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Le logiciel ADMS 4, modèle numérique « nouvelle génération » intégrant un modèle numérique de terrain, est utilisé pour la modélisation de la dispersion atmosphérique. Il permet d'estimer autour d'une ou plusieurs sources d'émissions atmosphériques :

- les concentrations des gaz et particules moyennes sur une année ou des périodes plus courtes (1 heure, 24 heures par exemple), et
- les dépôts de particules.

#### 6.3.1 Outil numérique

Le produit logiciel qui est utilisé dans cette étude est ADMS 4.0 (*Atmospheric Dispersion Modelling System*), développé par le CERC (Royaume-Uni) et commercialisé par la société NUMTECH en France. Il est basé sur l'hypothèse d'une distribution normale des concentrations dans l'air (dans les plans vertical et horizontal), à partir d'une source d'émission et permet de calculer des concentrations à long terme (moyenne, percentiles).

Ce modèle intègre une description affinée de la turbulence atmosphérique via un pré-processeur météorologique, de manière à mieux reproduire ses effets sur la dispersion du polluant (en particulier dans le cas de situations de fortes instabilités). Il a fait l'objet de nombreuses campagnes de validation depuis 1992 et s'impose à ce jour comme une référence en matière de calcul de dispersion. Il est régulièrement l'objet de présentations dans les rencontres scientifiques d'harmonisation des modèles de dispersion atmosphérique.

Ce logiciel permet de décrire des sources de type canalisé, surfacique, volumique et linéique.

Le logiciel ADMS permet de modéliser :

la dispersion atmosphérique des polluants gazeux et particuliers ;

le dépôt sec particulaire (chute des particules par gravité et diffusion) et le dépôt humide particulaire (lessivage par les précipitations).

Le dépôt sec est calculé à partir d'une vitesse de dépôt dépendant d'une part diffusive liée à la résistance aérodynamique de la particule (résultant notamment des mouvements turbulents de l'atmosphère) et d'une autre part gravitaire liée à la taille et à la densité des particules.

Le dépôt humide est caractérisé par un coefficient de lessivage  $L$  lié étroitement à la granulométrie des rejets. Dans cette première étape de la modélisation,  $L$  est estimé par une relation de la forme  $L=a.P^b$  où  $P$  désigne le taux de précipitation et  $a$  et  $b$  sont déterminés de manière empirique. Les valeurs de  $a$  et  $b$  proposées par défaut par le modèle numérique et utilisées dans les calculs (respectivement  $10^{-4} \text{ s}^{-1}$  et  $0,64 \text{ s}^{-1}$ ) permettent de décrire le taux de lessivage moyen d'un panache de particules.

### 6.3.2 Domaine de calcul

Le domaine de calcul est constitué d'une **grille rectangulaire de 6 km de largeur (est-ouest) et 12 km de longueur (nord-sud) centrée sur la cheminée de l'incinérateur avec un pas de discrétisation de 100 mètres de largeur et 120 mètres de longueur**. Les cartes des concentrations et dépôts reportées en annexe 4 montrent que ce domaine est adapté à l'étude, car il couvre l'ensemble des concentrations ambiantes et des dépôts jusqu'à 10% des valeurs maximales.

### 6.3.3 Météorologie

Les données horaires de vent (vitesse et direction), de température, de nébulosité et de pluviométrie de 2008 à 2010 sont fournies par Météo France pour la station la plus proche du site, à savoir celle de Strasbourg-Entzheim (Aéroport). Ces données ont été traitées (avec une interpolation des données manquantes) à l'aide de l'outil ConvertMTO distribué par la société NUMTECH.

La rose des vents montre une nette domination des vents d'origine Sud et Nord.

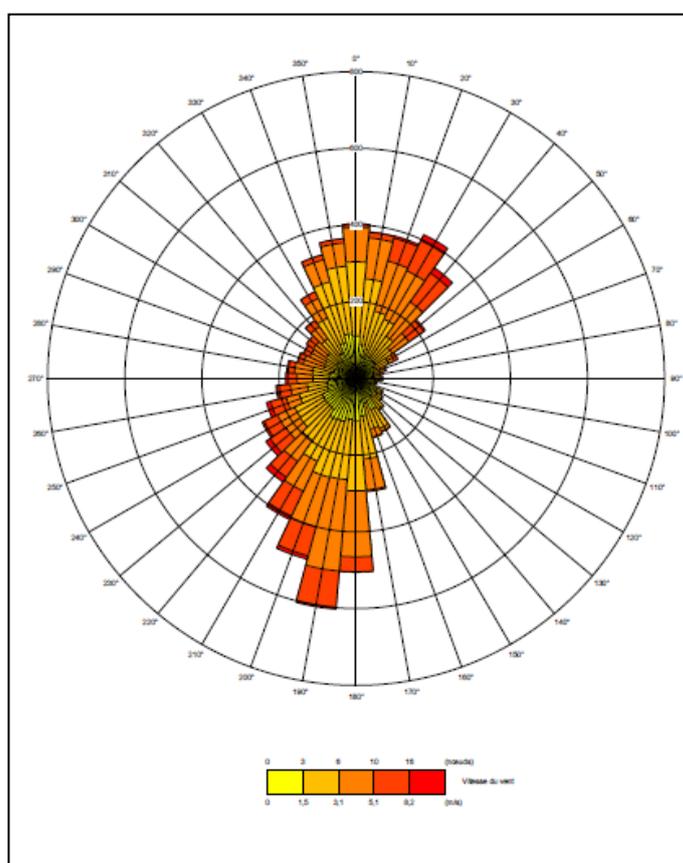


Figure 10 : Rose des vents pour 2008-2010 sur la station de Strasbourg Entzheim

### 6.3.4 Données de site

L'UIOM étant sur un terrain relativement plat, les paramètres topographiques du site ne sont pas intégrés à la modélisation.

En revanche, la rugosité est un paramètre important pour la dispersion atmosphérique, qui traduit l'occupation des sols par des obstacles et qui conditionne ainsi la progression des panaches de polluants près du sol. Ce

paramètre a les dimensions d'une longueur et prend des valeurs généralement comprises entre 0,001 mètre (mer calme) et 1,5 mètre (grande ville). Dans la présente étude, **une rugosité constante a été affectée sur l'ensemble du domaine de calcul à la valeur de 1**, correspondant au type « villes et forêts » caractéristique de la zone autour du site.

### 6.3.5 Bâtiments et cheminées

Les bâtiments ont une influence sur la dispersion atmosphérique lorsque leur hauteur dépasse le tiers de la hauteur de la cheminée. Cette influence peut se traduire par l'apparition de zones d'accumulation de polluants ou au contraire des effets d'"eaux mortes". La modélisation permet de tenir compte de ces bâtiments mais les données d'entrées sont des données simplifiées par rapport à la réalité (bâtiments rectangulaires...)

Pour la modélisation, 2 bâtiments ont été définis, dont l'emplacement est indiqué en figure 11 et les hauteurs dans le tableau 11.

	Bâtiment de l'UIOM	Batiment UVO digesteurs
Hauteur (m)	32	9,70

Tableau 11: Dimensions des cheminées et des bâtiments pris en compte pour la modélisation [INGEVALOR, 2011b ; PÖYRY, 2012b]

L'UIOM de Strasbourg comprend 3 lignes d'incinération, dont les gaz de combustion sont évacués par 3 conduits regroupés dans 1 cheminée. Pour la modélisation, les 3 conduits sont assimilés à 1 seul, de section triple (même vitesse d'éjection, débits triplés).

Pour la plateforme méthanisation-injection, ont été retenues les cheminées de la chaudière (UVO10) et du traitement de l'air vicié (UVO 7).

Les caractéristiques des cheminées des trois sources sont présentées dans le tableau 12 [INGEVALOR/PÖYRY, 2012]. Les cheminées sont symbolisées par les points rouges dans la Figure 11.

Tableau 12 : Caractéristiques moyennes des cheminées du site

		Pour UIOM	Pour la partie réinjection	
		UVE1	UVO7	UVO10
Hauteur	m	84,7	15	12
Diamètre	m	1,5	1,6	0,28
Aire de section	m <sup>2</sup>	1,8	2,0	6
<b>vitesse au débouché</b>	<b>m/s</b>	<b>17,9</b>	<b>10</b>	<b>6</b>

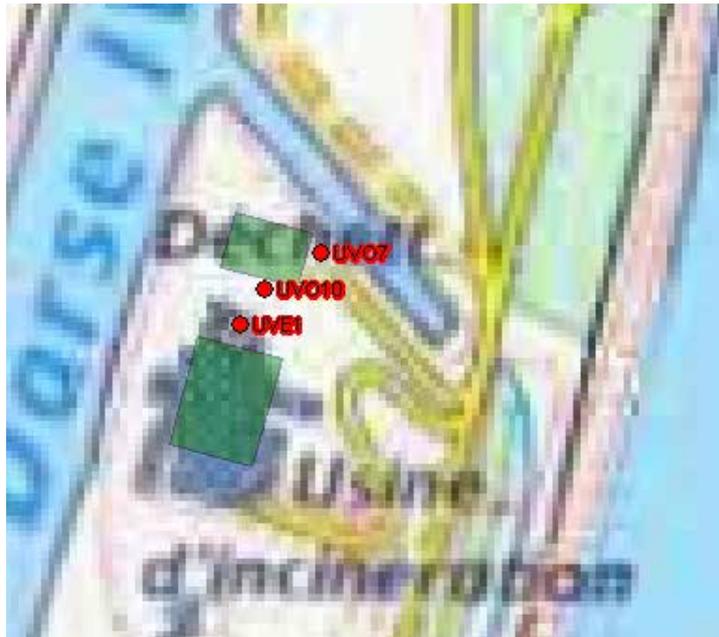


Figure 11 : Emplacement des bâtiments et des cheminées pour la modélisation

### 6.3.6 Récepteurs

Le logiciel ADMS4 permet de définir des points récepteurs pour lesquels les concentrations et les dépôts vont être calculés. Les récepteurs retenus, énumérés dans le Tableau 13 et localisés sur la Figure 12 correspondent à des habitations, des lieux recevant du public, des élevages et des cultures identifiés dans le paragraphe 2.2. Ces points ont été placés en fonction du panache de dispersions des substances et des enjeux environnants (habitations, zones agricoles...)

Tableau 13 : Position et enjeux des récepteurs retenus

Récepteur	Position	Distance* (m)	Enjeux
Musau	N	4333	Habitations
Kronenhof	N	4686	Habitations
Caserne Vincelles	N	3392	Habitations
Port de Plaisance	N	2278	Travailleurs - Loisirs
Neuhof	N-O	2315	Habitations
Ecole 1er degré	N-O	1902	Enfants
Stockfeld	N-O	1762	Habitations
Agri2	N-O	1722	Agriculture
La Faisanderie	N-O	1625	Personnes âgées
La Populaire	N-O	1482	Loisirs
Marlen	E	2308	Habitations
Jardins	O	1676	Potagers familiaux
Agri 1	O	1757	Agriculture
Goldscheuer	E	2299	Habitations
Fort Hoche	S-O	2799	Travailleurs - Loisirs
Agri3	S-O	3199	Agriculture
Niederau	S-O	6217	Habitations
* par rapport à la cheminée de l'incinérateur			

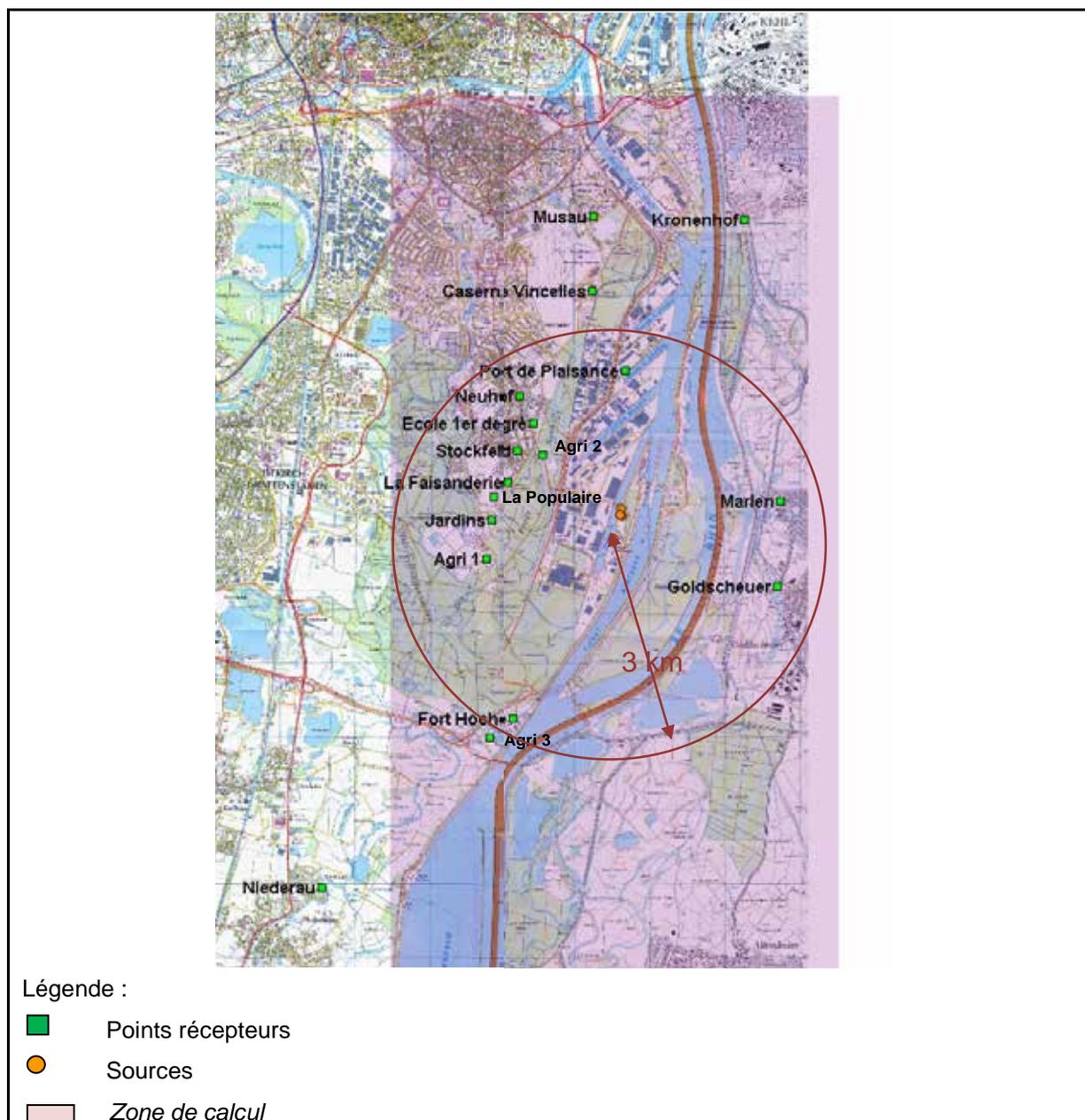


Figure 12 : Emplacement des points récepteurs retenus

*Remarque : Suite aux premiers résultats de modélisation, la zone d'étude a été élargie vers le nord et vers le sud pour tenir compte des vents dominants. Ainsi cette zone est plus grande que la zone définie de 3 km de rayon prévue initialement.*

### 6.3.7 Note sur la modélisation de la dispersion des particules

Le logiciel permet de modéliser la dispersion des particules pour différentes tailles (granulométrie). A défaut d'information sur la distribution granulométrique des particules émises, la modélisation (concentration et dépôt) est menée à la fois pour des particules de diamètre  $10\mu\text{m}$  (PM<sub>10</sub>) et de diamètre  $2,5\mu\text{m}$  (PM<sub>2.5</sub>).

Sur la base des données de la littérature scientifique [Yoo *et al.*, 2002] indiquant que les métaux sont majoritairement émis sous forme de particules fines, et des

pratiques habituelles, les dépôts des métaux et dioxines sont modélisés pour les formes particulières de diamètre 2,5µm.

### **6.3.8 Note sur les substances partiellement particulières**

Le mercure et les dioxines sont émis et présents dans l'atmosphère sous forme gazeuse ou particulaire, dans des proportions variables. Ces proportions varient entre l'émission et le dépôt, vers plus de particulaire en général, car les substances gazeuses ont tendance à se condenser en se refroidissant et à s'adsorber sur les particules fines. Ces phénomènes sont connus mais non décrits avec précision et sont variables.

Les concentrations modélisées dans l'air dépendent très peu de la forme (vapeur ou particulaire) car le modèle donne des résultats très proches pour la dispersion des PM2.5 et des gaz. Les concentrations sont estimées simultanément pour les 2 formes et les résultats sont comparés pour vérifier cette similitude. Le cas échéant, l'alternative majorante est retenue avec transparence.

En revanche, les dépôts modélisés sont supérieurs pour les particules par rapport aux gaz (qui se maintiennent dans l'atmosphère sur de longues distances). Des choix majorants, prenant en compte les données disponibles, leur variabilité et les incertitudes liées, sont donc retenus :

- par principe de prudence scientifique, les dépôts sont modélisés pour les dioxines sous forme 100% particulaire,
- les dépôts sont modélisés pour le mercure en considérant de façon majorante 10% de forme particulaire. La bibliographie reporte en effet que la part de mercure particulaire dans l'air est inférieure à 10% [US-EPA, 1997].

## **6.4 RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE**

Les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique se présentent sous forme de tableaux indiquant les concentrations et dépôts aux points récepteurs définis et de cartes iso-concentrations ou iso-dépôts. Les tableaux généraux et les cartes sont reportés en annexe 3 et annexe 4.

### **6.4.1 Concentrations aiguës**

Les concentrations aiguës maximales estimées sont les percentiles 99.9 (P99.9) des concentrations journalières (24h, sauf NOx : 1h) au point de dépôt maximal, dans l'hypothèse d'émissions simultanées de l'incinérateur et de la chaudière.

Les concentrations maximales modélisées sur la grille d'étude sont reportées au tableau 14.

Les points où ces concentrations maximales sont modélisées se situent sur le site, à proximité du bâtiment des digesteurs, sauf pour NH<sub>3</sub> où il se situe près de l'usine GM au sud-ouest.

Tableau 14 : Concentrations ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) maximales (P99.9) modélisées sur 24h (sauf NOx : 1h)

<b>Substances</b>	<b>Concentration</b>
SO <sub>2</sub>	13,4
NOx	33,6
NH <sub>3</sub>	0,8
HF	0,2
COV (benzène)	5,0
HCl	2,2
H <sub>2</sub> S	0,1
PM <sub>2.5</sub>	4,3
PM <sub>10</sub>	3,7

*Remarque : Ces concentrations sont à près de 100% attribuables aux émissions des installations de méthanisation/injection (sauf pour NH<sub>3</sub> : 10%) bien que les flux soient inférieurs pour les UVO que pour l'UVE. Ce constat peut s'expliquer par la différence de dispersion : cheminées beaucoup plus basses.*

#### **6.4.2 Concentrations annuelles moyennes**

Les concentrations annuelles moyennes ont été estimées par le modèle dans la zone d'étude et particulièrement pour certains points récepteurs choisis d'après les informations citées paragraphe 2. Les résultats sont donnés en annexe 3. Pour les récepteurs les plus représentatifs dans les différentes directions autour du site, les résultats sont reportés dans le tableau 15 et dans le Tableau 16.

Les concentrations modélisées aux points de retombée maximale ont également été ajoutées. Ceux-ci se situent au pied de la cheminée de l'incinérateur pour la plupart des substances, sur la plateforme mâchefers pour H<sub>2</sub>S, et à 1 km au nord (hors du site) pour NH<sub>3</sub>.

*Tableau 15 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées pour les gaz au niveau du point de retombée maximale et des points récepteurs les plus représentatifs*

	<b>Goldscheuer</b>	<b>Marlen</b>	<b>La Populaire</b>	<b>Port de Plaisance</b>	<b>Jardins</b>	<b>Caserne Vincelles</b>	<b>Agri3</b>	<b>Max</b>
COV	5,27E-03	7,12E-03	5,17E-03	1,88E-02	2,07E-03	9,84E-03	1,02E-02	4,57E-01
SO <sub>2</sub>	2,22E-02	2,86E-02	1,82E-02	7,99E-02	8,54E-03	4,23E-02	4,58E-02	1,20E+00
NO <sub>x</sub>	3,33E-02	4,18E-02	2,44E-02	1,21E-01	1,27E-02	6,42E-02	7,13E-02	1,20E+00
HF	4,39E-04	5,59E-04	3,44E-04	1,59E-03	1,69E-04	8,41E-04	9,22E-04	2,03E-02
HCl	4,39E-03	5,59E-03	3,44E-03	1,59E-02	1,69E-03	8,41E-03	9,22E-03	2,03E-01
NH <sub>3</sub>	1,12E-02	1,33E-02	6,34E-03	4,12E-02	4,21E-03	2,21E-02	2,56E-02	7,89E-02
H <sub>2</sub> S	1,25E-04	1,84E-04	1,60E-04	4,25E-04	5,32E-05	2,02E-04	1,65E-04	2,00E-02

*Tableau 16 : Concentrations moyennes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) modélisées pour les poussières, les métaux et les dioxines au niveau du point de retombée maximale et des points récepteurs les plus représentatifs*

	<b>Goldcheuer</b>	<b>Marlen</b>	<b>La Populaire</b>	<b>Port de plaisance</b>	<b>jardins</b>	<b>Caserne Vincelles</b>	<b>Agri 3</b>	<b>Max</b>
PM 10	2,42E-03	3,01E-03	2,19E-03	8,42E-03	1,17E-03	4,19E-03	4,86E-03	3,12E-01
PM 2.5	3,96E-03	4,94E-03	3,12E-03	1,44E-02	1,55E-03	7,20E-03	8,17E-03	3,80E-01
Cd	1,11E-05	1,38E-05	8,74E-06	4,03E-05	4,34E-06	2,02E-05	2,29E-05	1,06E-03
Tl	8,70E-06	1,09E-05	6,86E-06	3,17E-05	3,41E-06	1,58E-05	1,80E-05	8,36E-04
Hg	1,98E-05	2,47E-05	1,56E-05	7,20E-05	7,75E-06	3,60E-05	4,09E-05	1,90E-03
Sb	2,01E-05	2,51E-05	1,59E-05	7,33E-05	7,89E-06	3,66E-05	4,16E-05	1,93E-03
As	2,21E-05	2,76E-05	1,74E-05	8,05E-05	8,66E-06	4,02E-05	4,57E-05	2,12E-03
Cr III	4,81E-06	6,01E-06	3,79E-06	1,75E-05	1,88E-06	8,75E-06	9,93E-06	4,62E-04
Cr VI	5,35E-07	6,67E-07	4,21E-07	1,94E-06	2,09E-07	9,72E-07	1,10E-06	5,13E-05
Co	5,15E-06	6,43E-06	4,06E-06	1,87E-05	2,02E-06	9,37E-06	1,06E-05	4,94E-04
Cu	2,36E-05	2,95E-05	1,86E-05	8,59E-05	9,24E-06	4,29E-05	4,87E-05	2,27E-03
Mn	2,97E-05	3,71E-05	2,34E-05	1,08E-04	1,16E-05	5,41E-05	6,13E-05	2,85E-03
Ni	9,95E-06	1,24E-05	7,84E-06	3,62E-05	3,89E-06	1,81E-05	2,05E-05	9,55E-04
Pb	7,57E-05	9,45E-05	5,97E-05	2,75E-04	2,96E-05	1,38E-04	1,56E-04	7,27E-03
V	6,19E-06	7,73E-06	4,88E-06	2,25E-05	2,42E-06	1,13E-05	1,28E-05	5,94E-04
Zn	1,27E-04	1,59E-04	1,00E-04	4,62E-04	4,97E-05	2,31E-04	2,62E-04	1,22E-02
Dioxines (en I-TEQ)	3,96E-11	4,94E-11	3,12E-11	1,44E-10	1,55E-11	7,20E-11	8,17E-11	3,80E-09

La contribution des émissions des nouvelles installations sur les concentrations totales est présentée dans le Tableau 17. Celle-ci est variable selon les substances

et les emplacements et est minoritaire pour la plupart des récepteurs (sauf H<sub>2</sub>S). Au point de retombées maximales, elle est de 100%, sauf pour NH<sub>3</sub>.

La contribution des nouvelles installations aux concentrations dans l'atmosphère est plus importante que la contribution aux émissions ; ce qui peut s'expliquer par la moins bonne dispersion : les cheminées sont beaucoup moins hautes.

*Tableau 17 : Contribution des émissions des nouvelles installations sur les concentrations totales dans l'atmosphère*

	<b>Goldscheuer</b>	<b>Marlen</b>	<b>La Populaire</b>	<b>Port de Plaisance</b>	<b>Jardins</b>	<b>Caserne Vincelles</b>	<b>Agri3</b>	<b>MAX</b>
COV	30%	39%	60%	28%	33%	26%	17%	100%
SO <sub>2</sub>	19%	25%	45%	17%	21%	16%	10%	100%
NOx	12%	17%	33%	11%	14%	11%	6%	100%
HF	16%	22%	40%	15%	18%	14%	8%	100%
HCl	16%	22%	40%	15%	18%	14%	8%	100%
NH <sub>3</sub>	1%	1%	2%	1%	1%	1%	0%	19%
H <sub>2</sub> S	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
PM 2.5	19%	21%	40%	17%	21%	14%	10%	100%

### **6.4.3 Dépôts de poussières au sol**

Les résultats de la modélisation des dépôts au sol sont présentés en Annexe 4 (cartes et tableaux).

Le tableau suivant récapitule les dépôts moyens estimés pour les lieux d'habitation, de culture ou d'élevage où ils sont les plus élevés dans les différentes directions :

- Vincelles (+ exposé) au nord,
- Marlen à l'est
- Jardins à l'ouest,
- Neuhof au nord-ouest
- Agri 3 au sud.

Tableau 18 : Dépôts moyens ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ) pour les poussières, les métaux et les dioxines modélisés

Dépôt [ $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ]	Vincelles	Marlen	Jardins	Neuhof	Agri 3
PM2.5	2,06E-04	1,80E-04	7,01E-05	9,34E-05	1,96E-04
Cd	5,77E-07	5,04E-07	1,96E-07	2,62E-07	5,49E-07
Hg	1,03E-07	9,00E-08	3,51E-08	4,67E-07	9,80E-08
As	1,15E-06	1,01E-06	3,92E-07	5,22E-07	1,10E-06
Cr III	2,50E-07	2,19E-07	8,52E-08	1,14E-07	2,38E-07
Cr VI	2,78E-08	2,43E-08	9,47E-09	1,26E-08	2,65E-08
Mn	1,55E-06	1,35E-06	5,26E-07	7,01E-07	1,47E-06
Ni	5,18E-07	4,52E-07	1,76E-07	2,35E-07	4,92E-07
Pb	3,94E-06	3,44E-06	1,34E-06	1,79E-06	3,75E-06
Dioxines (en I-TEQ)	2,06E-12	1,80E-12	7,01E-13	9,34E-13	1,96E-12

La part attribuable aux émissions des nouvelles installations aux dépôts totaux de PM 2.5 varie de 7% à 11% selon les récepteurs sélectionnés.

*Remarque : Les concentrations et les dépôts de métaux (et dioxines) ont été calculés à partir des concentrations et dépôts en PM 2,5 estimés pour l'ensemble des sources du site. D'après les informations fournies [INGEVALOR/PÖYRY, 2012], seul l'incinérateur émet des métaux et il n'y a pas de métaux dans les poussières émises par les autres sources (des installations de méthanisation). Cette approche simplificatrice qui suppose que toutes les sources émettent des métaux dans les mêmes proportions majore les résultats et permet de couvrir les incertitudes liées aux émissions de métaux par les sources autres que l'incinérateur. Compte-tenu de la faible contribution des émissions des installations UVO dans les dépôts, cette majoration reste faible (de l'ordre de 10%) et ne devrait pas influencer les conclusions de l'étude.*

## 6.5 MODELISATION MULTIMEDIA

### 6.5.1.1 Équations

Les concentrations dans les matrices d'exposition sont estimées à l'aide d'un modèle multimédia développé par l'INERIS (modèle interne) à partir des équations retenues par le groupe de travail « Grandes Installations de Combustion » (GT GIC), issues du modèle HHRAP de l'US-EPA, et présentées dans les rapports publiés par l'INERIS :

- Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion – Partie 2 : Exposition par voies indirectes [INERIS, 2003a]
- Mise à jour de l'étude d'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion [INERIS, 2004a]

Les équations utilisées sont présentées en annexe 5.

Un inventaire et une description exhaustifs des équations pouvant être utilisées pour modéliser les transferts peuvent être consultés dans le rapport INERIS : Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle [INERIS, 2008b].

#### 6.5.1.2 Paramètres

Les paramètres d'exposition et de transfert utilisés sont également issus des travaux du groupe de travail « Grande Installation de Combustion » (GT GIC), à l'exception des paramètres relatifs à l'alimentation qui ont été mis à jour à partir des résultats des enquêtes de l'AFSSA (aujourd'hui ANSES) présentés dans les rapports INCA2 : « Etudes individuelles nationales sur les consommations alimentaires 2006-2007 » [AFSSA(ANSES), 2009] et « Étude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères » [INVS, 2009]. Ces paramètres sont présentés en annexe 5.

Les valeurs retenues par le GT GIC sont les valeurs pertinentes maximales identifiées à partir de la comparaison de plusieurs sources de données (INERIS, HHRAP, IRSN, GRNC), sauf pour le mercure et les dioxines pour lesquels la qualité des données a permis de déterminer les valeurs plus pertinentes qui ne sont pas forcément les plus majorantes.

Pour les dioxines, en première approche, les propriétés physico-chimiques de la 2,3,4,7,8-PeCDF sont utilisées pour définir les propriétés physico-chimiques et les coefficients de transfert pour l'ensemble des dioxines, fournies dans le rapport de l'INERIS [INERIS, 2004b ; a].

L'autoconsommation est définie, selon l'enquête alimentaire de l'étude [INVS, 2009] comme la fraction d'aliments consommés produits à proximité du domicile. L'étude distingue deux habitudes de consommation de produits locaux : l'autoconsommation moyenne pour l'ensemble de la population, et celle des personnes consommant pour chaque type d'aliment au moins une part de produits locaux. Cette sous-population est donc davantage exposée par ingestion des substances émises par l'installation.

En premier niveau d'approche, c'est ce scénario raisonnablement majorant qui est retenu dans cette étude.

La consommation de porc et de poisson n'est pas retenue puisqu'ils ne sont pas produits dans la zone d'étude. L'ingestion d'eau est également écartée car il n'a pas été identifié de transfert possible des polluants émis vers les sources d'eau potable.

## 6.6 CONCENTRATIONS DANS LES MATRICES D'EXPOSITION

Afin de simplifier les calculs de modélisation et la présentation des résultats, tout en restant représentatif de l'environnement du site, le choix a été fait de considérer le transfert de substances dans les végétaux et dans les matrices animales (bovine ou volaille) à partir des dépôts et des concentrations estimés au niveau de la caserne

de Vincelles. Ceux-ci étant les plus forts en ce point, par rapport aux autres lieux d'habitation, d'élevage ou de culture, cette simplification conduit à une majoration des concentrations estimées dans les aliments produits aux autres points identifiés.

Ainsi, afin d'évaluer l'exposition des populations, les matrices considérées au niveau du point « caserne de Vincelles » sont :

- le sol potentiellement ingéré directement par les personnes, ou les animaux ;
- les végétaux produits dans les potagers potentiellement ingérés par les habitants ;
- l'herbe ingérée par les bovins ;
- les céréales potentiellement ingérées par les volailles élevées localement ;
- la viande de volaille et les œufs, potentiellement ingérés par les habitants ;
- la viande de bœuf et le lait produits dans les élevages de la zone.

Les concentrations sont présentées pour les traceurs de risque sélectionnés pour la voie d'ingestion.

### **6.6.1 Concentrations dans les sols**

Les concentrations sont calculées au niveau de la « caserne de Vincelles »,

- selon 3 hypothèses de profondeur [INERIS, 2004a] :
  - o 1 cm, pour l'ingestion directe,
  - o 10 cm, pour le transfert dans l'herbe (pâturage non labouré),
  - o 20 cm, pour les sols labourés (potagers et cultures céréalières)
- à la fois pour les hypothèses maximales et moyennes sur les émissions, après 30 ans de dépôt et en moyenne sur ces 30 ans, pour les traceurs de risque sélectionnés pour la voie d'ingestion

### **6.6.2 Concentrations dans les végétaux**

Les concentrations des substances retenues dans les végétaux ont été calculées pour plusieurs familles en fonction des lieux de production respectifs :

- l'herbe (pâturage des bovins) ;
- les légumes-feuilles (salades...) ;
- les légumes-fruits (tomates, pois...) ;
- les légumes-racines (carottes, pommes de terre...) ;
- les fruits ;
- les céréales (pour l'alimentation des volailles).

Les concentrations sont calculées au terme d'une période de dépôt de 30 ans, pour les traceurs de risque sélectionnés pour la voie d'ingestion.

Les résultats sont présentés dans le tableau 19.

Tableau 19 : concentrations estimées dans les végétaux produits à « caserne de Vincelles »

Concentration :	<i>légume feuille</i>	<i>légume fruit</i>	<i>fruit</i>	<i>légume racine</i>	<i>herbe</i>	<i>grain</i>
	<i>µg/kg MF</i>	<i>µg/kg MF</i>	<i>µg/kg MF</i>	<i>µg/kg MF</i>	<i>µg/kg MS</i>	<i>µg/kg MS</i>
As	4,8E-01	1,2E+00	1,3E+00	3,4E-01	1,6E+01	3,8E-01
Cd	7,0E-01	6,4E-01	6,6E-01	6,3E-01	8,2E+00	7,1E-01
CrVI	4,0E-03	1,3E-03	2,5E-03	3,9E-04	1,0E-01	3,3E-04
Mn	4,2E-01	2,9E-01	3,5E-01	8,4E-02	3,3E+01	1,7E+00
Ni	8,3E-02	5,4E-02	7,6E-02	1,9E-02	2,4E+00	5,6E-02
Pb	1,3E+00	2,0E-01	3,6E-01	5,9E-01	7,6E+01	1,2E-01
Hg	2,1E-02	4,5E-03	1,4E-02	2,8E-03	4,2E-01	6,3E-03
dioxines (en I-TEQ)	2,6E-07	2,2E-08	1,1E-07	1,7E-08	6,7E-06	0,0E+00

### 6.6.3 Concentrations dans les produits animaux

Les concentrations sont calculées au terme d'une période de dépôt de 30 ans, pour les traceurs de risque sélectionnés pour la voie d'ingestion, en fonction des productions locales :

- dans la viande de bœuf
- dans le lait
- dans la viande de volaille
- dans les œufs.

Les résultats sont présentés dans le Tableau 20.

*Tableau 20 : Concentrations estimées dans les aliments d'origine animale produits autour du site*

Concentration	<i>lait</i>	<i>œufs</i>	<i>bœuf</i>	<i>volaille</i>
	$\mu\text{g/L}$	$\mu\text{g/kg MF}$	$\mu\text{g/kg MF}$	$\mu\text{g/kg MF}$
As	3,1E-02	3,5E-02	4,6E+00	3,5E-02
Cd	1,6E-01	1,9E-02	1,9E+00	1,5E-02
CrVI	3,8E-03	6,1E-04	3,3E-02	6,1E-04
Mn	5,9E-02	1,8E-01	2,2E-01	1,3E-01
Ni	6,2E-01	3,1E-01	2,4E-01	3,8E-03
Pb	9,6E+00	6,9E+00	2,6E+00	6,9E+00
Hg	2,3E-02	3,5E-03	4,1E-02	3,5E-03
	$\mu\text{g/g MG}$	$\mu\text{g/kg MF}$	$\mu\text{g/kg MF}$	$\mu\text{g/kg MF}$
Dioxines (en I-TEQ)	3,2E-08	8,8E-05	4,6E-06	6,1E-05

## **7. ÉVALUATION DES EXPOSITIONS ET DES RISQUES**

### **7.1 ÉVALUATION QUALITATIVE DES RISQUES**

Les informations disponibles à ce jour pour la réalisation d'une étude quantitative des risques sanitaires liés aux émissions de poussières de la plateforme de mâchefers ne sont pas suffisantes (concentrations en poussières et en substances toxiques issues de la plateforme dans l'air et au sol à l'extérieur du site non quantifiées, voir 6.1).

Des analyses de poussières prélevées au niveau de la plateforme de mâchefers montrent la présence de nombreux métaux tout en concluant à une « faible exposition des opérateurs aux aérosols ». En outre, les observations visuelles sur le terrain n'indiquent pas d'émissions importantes en-dehors du site. Mais seules des mesures permettraient de confirmer l'absence de poussières en quantité significative (par rapport aux valeurs réglementaires par ex.) en dehors du site.

Cependant, l'éloignement des habitations et des cultures (environ 3 km pour l'axe nord sud, dans le sens des vents dominants, et 1,6 km à l'est hors vents dominants), permet d'écarter un potentiel significatif d'exposition aux substances émises par la plateforme par ingestion de sol ou d'aliments produits localement, ainsi que par inhalation pour la population générale. Une exposition par inhalation pour les travailleurs des entreprises voisines ne peut toutefois être exclue, en particulier vers le nord du site (la plateforme est située au nord et les vents dominants suivent un axe nord-sud, dans les 2 sens).

Une exposition aux poussières émises de façon diffuse depuis la plateforme mâchefers peut donc être négligée pour les résidents en première approche. Elle reste cependant possible pour les travailleurs des entreprises voisines. Ces personnes seraient alors exposées également aux poussières émises lors de leur activité et par les autres installations présentes dans la zone industrielle (voir 2.2.2).

D'après ces éléments et dans ce contexte particulier, **les risques sanitaires liés à l'inhalation et ingestion de poussières émises par la plateforme n'apparaissent pas préoccupants par absence d'enjeux d'exposition.**

Pour le confirmer, et pour évaluer la pertinence éventuelle de mesures de réduction des émissions, il serait opportun de réaliser des **prélèvements de poussières et des analyses de leur composition** (métaux lourds, imbrulés) dans l'air **en bordure du site** (en particulier vers le nord).

Pour les travailleurs sur site, la prise en charge globale de l'exposition se fait par la médecine du travail. Les travailleurs sur site, dans le cadre de leur poste de travail, ne sont pas concernés par la présente évaluation (la législation du travail est appliquée).

## 7.2 ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RISQUES

### 7.2.1 Exposition et risque par inhalation

#### 7.2.1.1 Scénarios d'exposition, calcul des doses inhalées et des risques

Lorsque l'exposition se fait par inhalation, la quantité de polluant inhalée est exprimée comme une concentration moyenne inhalée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), calculée comme suit :

$$CI = \frac{\sum_i C_i \cdot t_i}{\sum_i t_i} \cdot F$$

*Équation 1 : Calcul de la Concentration moyenne Inhalée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

Avec :

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

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

$t_i$  : fraction de temps d'exposition à la concentration  $C_i$  pendant une journée (sans unité)

F : fréquence d'exposition sur l'année (sans unité)

#### Les scénarii retenus, raisonnablement majorants, pour l'exposition chronique sont

- « **résidents** » : l'exposition d'une personne en continu (24h/24h, 365 j/an) au niveau de l'habitation la plus impactée « caserne de Vincelles » ( $F = 1$ ).
- « **travailleurs** » : l'exposition d'une personne travaillant (8h/24h 220 j/an) dans une entreprise voisine du site ( $F=0,2$ ) et habitant hors impact du site. En effet le site se situant dans une zone industrielle, l'exposition par inhalation des travailleurs des entreprises voisines peut être significative.

La caractérisation du risque pour les substances ayant **des effets à seuil** s'exprime par un **Quotient de danger (QD)**. Lorsque le risque est lié à une exposition via l'inhalation, l'IR est calculé selon :

$$QD = \frac{CI}{VTR}$$

*Équation 2 : Calcul du quotient de Danger (QD) par inhalation*

Avec :

CI : Concentration Inhalée aiguë ou chronique

VTR : Valeur Toxicologique de Référence aiguë ou chronique

La caractérisation du risque lié à une exposition à **des substances à effets sans seuil s'exprime par un excès de risque individuel (ERI)**. Cet ERI représente la probabilité supplémentaire que l'individu a de développer l'effet associé à la substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée. L'ERI s'exprime de la façon suivante :

$$ERI_{inh} = CI \cdot ERU_i \cdot T / T_m$$

*Équation 3 : Calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)*

Avec :

ER<sub>linh</sub> : Excès de Risque Individuel par inhalation

CI : Concentration Inhalée (µg.m<sup>-3</sup>)

ER<sub>Ui</sub> : Excès de Risque Unitaire par inhalation ( (µg.m<sup>-3</sup>)<sup>-1</sup>)

T : durée d'exposition (années)

T<sub>m</sub> : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée

La durée d'exposition (T) retenue est de 30 ans, qui est une estimation majorante de la durée de résidence des Français. L'exposition est moyennée sur 70 ans France par convention.

### 7.2.1.2 Comparaison des concentrations aux valeurs guides de gestion sanitaire

Pour SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> et les particules, nous ne disposons pas de valeur toxicologique de référence applicable mais des valeurs guides ont été fixées par l'OMS [OMS, 2005] pour évaluer l'impact des émissions sur la qualité de l'air et la santé des populations exposées. Pour ces substances, les quotients de danger ne sont donc pas calculés.

Dans le tableau suivant, sont rappelées les concentrations estimées par modélisation : maximales sur 1h, 24h (selon Valeur guide correspondante) et moyennes en « Point max » ainsi que les valeurs guides de l'OMS respectives (voir tableau 21).

*Tableau 21 : Rappel des concentrations estimées pour SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> et les poussières ; et des valeurs guides correspondantes (µg.m<sup>-3</sup>)*

	Concentration horaire exposition aiguë	Concentration journalière exposition aiguë	Annuelle Exposition chronique (1 an)	
SO <sub>2</sub>	-	13,4	0,46	Valeur estimée
		20	20	Valeur guide
NO <sub>2</sub>	33,6	-	1,2	Valeur estimée
	200	-	40	Valeur guide
PM2.5	-	4,3	0,38	Valeur estimée
		25	10	Valeur guide
PM10	-	3,7	0,31	Valeur estimée
	-	50	20	Valeur guide

*Remarque : les NO<sub>x</sub> émis ont été assimilés à du NO<sub>2</sub>*

Nous constatons que les **concentrations estimées au point de retombées maximales**, attribuables aux émissions canalisées de l'installation **sont toutes inférieures aux valeurs guides** respectives aussi bien pour des rejets aigus (1h ou 24h) que des rejets chroniques (1 an). Risques aigus et chroniques à seuil

### 7.2.1.3 Risques aigus

Pour les substances traceurs de risque disposant de VTR pour des expositions aiguës (sur 1h ou 24h), les Quotient de Danger ont été calculés à partir des concentrations modélisées (voir tableau 14) et des VTR correspondantes.

Tableau 22 : quotients de danger calculés pour des expositions aiguës par inhalation

Quotients de danger	
NH <sub>3</sub>	6,6E-04
HF	1,2E-02
(COV) benzène	1,7E-01
H <sub>2</sub> S	1,0E-03

**Tous les QD sont inférieurs à 1 et indiquent donc l'absence de risque aigu préoccupant attribuable aux émissions de l'installation**, dans les conditions normales de fonctionnement.

### 7.2.1.4 Risques chroniques

Les risques chroniques par inhalation sont estimés pour 3 scénarios :

- scénario résidents : exposition 100% du temps aux concentrations estimées au niveau des habitations potentiellement les plus impactées (« caserne de Vincelles »),
- scénario travailleurs : exposition 20% du temps (8 heures par jour, 220 jours par an) aux concentrations estimées au point de retombée maximale.

*Remarque : Ce point est situé à l'intérieur du site de l'installation d'après la modélisation (sauf pour NH<sub>3</sub>). Or l'évaluation porte sur les travailleurs des entreprises voisines, qui sont donc moins exposés. Ce scénario est donc majorant.*

- scénario travailleurs-résidents : exposition 20% du temps au point de retombée maximale et 80% du temps au niveau des habitations potentiellement les plus impactées.

Pour les substances traceurs de risque pour l'inhalation, les quotients de danger (QD) ont été calculés à partir des concentrations moyennes modélisées (voir Tableau 15) et des VTR à seuil correspondantes.

Tableau 23 : Quotients de dangers calculés pour des expositions chroniques par inhalation pour les résidents et les travailleurs les plus exposés

Quotient de Danger	Exposition 20% au niveau du point maximal (cible : travailleurs)	Exposition 100% au niveau des premières habitations (cible : résidents)	Exposition 80% aux premières habitations + 20% au point maximal (cible : travailleurs-résidents)
<b>Composés organiques volatils</b>			
<b>Benzène</b>	9,2E-03	9,8E-04	9,9E-03
<b>Métaux</b>			
<b>Arsenic</b>	2,8E-02	2,7E-03	3,0E-02
<b>Cadmium</b>	4,3E-02	4,0E-03	4,6E-02
<b>Chrome III</b>	1,6E-06	1,5E-07	1,7E-06
<b>Chrome VI</b>	1,0E-04	9,7E-06	1,1E-04
<b>Plomb</b>	2,9E-03	2,8E-04	3,1E-03
<b>Nickel</b>	2,1E-03	2,0E-04	2,3E-03
<b>Manganèse</b>	1,2E-02	1,1E-03	1,2E-02
<b>Mercure</b>	1,3E-02	1,2E-03	1,4E-02
<b>Gaz</b>			
<b>Ammoniac</b>	1,6E-04	2,2E-04	3,3E-04
<b>Acide fluorhydrique</b>	2,9E-04	6,0E-05	3,4E-04
<b>Acide chlorhydrique</b>	2,0E-03	4,2E-04	2,4E-03
<b>Sulfure d'hydrogène</b>	2,0E-03	2,0E-05	2,1E-03
<b>Total</b>			
	<b>1,1E-01</b>	<b>1,1E-02</b>	<b>1,2E-01</b>

Tous les QD sont inférieurs à 1, pris individuellement ou additionnés (hypothèse de premier niveau d'approche), même avec des hypothèses d'expositions maximales des travailleurs et des résidents.

**Les QD calculés indiquent donc l'absence de risque chronique préoccupant par inhalation pour les effets à seuil attribuable aux émissions de l'installation.**

Les substances qui contribuent le plus au risque à seuil par inhalation sont l'**arsenic** et le **cadmium** (environ 60% du QD total).

### 7.2.1.5 Exposition et risque chroniques sans seuil

Pour les substances traceurs de risque pour l'inhalation, les Excès de Risque Individuel ont été calculés à partir des concentrations moyennes modélisées (voir Tableau 15) et des ERU correspondants.

Tableau 24 : Excès de Risque Individuel calculés pour des expositions (pendant 30 ans) par inhalation

Excès de risque individuel	Exposition 20% au niveau du point maximal (cible : travailleurs)	Exposition 100% au niveau des premières habitations (cible : résidents)	Exposition 80% aux premières habitations + 20% au point maximal (cible : travailleurs-résidents)
<b>Composés organiques volatils</b>			
<b>Benzène</b>	2,4E-07	2,5E-08	2,6E-07
<b>Métaux</b>			
<b>Arsenic</b>	7,8E-07	7,4E-08	8,4E-07
<b>cadmium</b>	3,8E-07	3,6E-08	4,1E-07
<b>chrome VI</b>	1,9E-07	1,7E-08	2,0E-07
<b>nickel</b>	3,1E-08	2,9E-09	3,3E-08
<b>Total</b>			
	<b>1,6E-06</b>	<b>1,6E-07</b>	<b>1,7E-06</b>

Les excès de risque individuel calculés pour l'exposition des travailleurs et des habitants les plus exposés sont tous inférieurs à la valeur repère de  $10^{-5}$ .

**Il n'y a donc pas de risque préoccupant par inhalation pour les effets sans seuil, pour les émissions canalisées de l'installation.**

L'**arsenic** est la substance qui contribue le plus au risque sans seuil par inhalation (environ 50% de l'ERI total).

## 7.2.2 Exposition et risque par ingestion

### 7.2.2.1 Calculs des doses journalières d'exposition

La quantité de polluant ingérée, exprimée en dose journalière d'exposition ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ ) est définie de la façon suivante :

$$DJE = \frac{\sum_{ij} (C_i \cdot Q_j) \cdot F}{P}$$

Équation 4 : Calcul de la Dose Journalière d'Exposition ( $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$ )

Avec :

DJE : dose journalière d'exposition liée à une exposition au milieu i par la voie d'exposition j (en  $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$ )

$C_i$  : concentration d'exposition relative au milieu i (eau, sol...) (en  $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ...)  
Il s'agit des concentrations dont les calculs sont présentés dans le chapitre 6.6

$Q_j$  : quantité de milieu administrée par la voie j par jour (en  $\text{L} \cdot \text{j}^{-1}$ ,  $\text{kg} \cdot \text{j}^{-1}$ )

F : fréquence d'exposition (sans unité)  
P : poids corporel de la cible (kg)

Afin d'évaluer l'exposition des populations par ingestion, les matrices considérées sont :

- le sol potentiellement ingéré directement par les personnes ;
- les fruits et légumes produits dans les potagers ;
- la viande de volaille et les œufs, issus d'élevages familiaux ;
- la viande de bœuf et le lait produits par des animaux pâturant dans la zone.

Les concentrations dans ces matrices ont été estimées, de façon simplifiée et majorante, au niveau du point « caserne de Vincelles » (voir 6.6).

Les doses journalières d'exposition sont calculées à l'aide du modèle multimédia pour différentes classes d'âge (0,5-2 ans, 3-5 ans, 6-10 ans, 11-17 ans) après 30 ans de dépôt, ainsi que les moyennes sur la vie entière, pour les traceurs de risque par ingestion. L'exposition pour les nourrissons (0-0,5 an) n'est calculée que pour les dioxines-furanes ingérés via le lait maternel<sup>21</sup>.

Les doses journalières d'exposition sont calculées pour différentes classes d'âge.

*Tableau 25 : Doses journalières d'exposition calculées pour différentes classes d'âge ( $\mu\text{g.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ )*

DJE ( $\mu\text{g.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ )	Nourrisson	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
<b>As</b>		1,1E-02	6,9E-03	4,4E-03	2,2E-03	2,5E-03
<b>Cd</b>		1,1E-02	6,1E-03	4,0E-03	1,8E-03	1,9E-03
<b>CrVI</b>		1,6E-04	9,1E-05	5,4E-05	2,3E-05	2,0E-05
<b>Mn</b>		4,8E-03	2,9E-03	1,5E-03	6,3E-04	7,1E-04
<b>Ni</b>		1,7E-02	8,2E-03	5,5E-03	2,0E-03	1,5E-03
<b>Pb</b>		2,6E-01	1,3E-01	8,5E-02	3,1E-02	2,4E-02
<b>Hg</b>		7,7E-04	4,1E-04	2,5E-04	9,4E-05	8,0E-05
<b>dioxines</b>	1,4E-06	8,6E-08	8,1E-08	5,5E-08	2,7E-08	3,1E-08

<sup>21</sup> Les dioxines, très lipophiles, se concentrent significativement dans le lait maternel. Plusieurs études ont ainsi montré que l'exposition des nourrissons aux dioxines via le lait maternel est important (INVS, 2009). Ce transfert est négligeable pour les autres substances retenues.

### 7.2.2.2 Risques chroniques à seuil

La caractérisation du risque pour les substances ayant des effets à seuil s'exprime par un **quotient de danger (QD)**, calculée pour l'ingestion par l'équation :

$$QD = \frac{DJE}{VTR}$$

*Équation 5 : Calcul du Quotient de Danger (QD) pour l'ingestion*

Avec :

QD : Quotient de Danger

DJE : Dose Journalière d'Exposition

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Les résultats sont présentés dans le tableau 26 pour les classes d'âge 0-0,5 an (nourrissons, pour les dioxines uniquement), 0,5-2 ans, 3-5 ans, 6-10 ans, 11-17 ans, adultes.

Les quotients de dangers sont calculés pour un scénario d'émission et d'autoconsommation.

*Tableau 26 : Quotient de Danger calculés pour l'ingestion (attribuables aux émissions de l'installation) pour différentes classes d'âge*

<b>QD</b>	<b>Nourrisson</b>	<b>Enfant 0,5-2</b>	<b>Enfant 3-5</b>	<b>Enfant 6-10</b>	<b>Enfant 11-17</b>	<b>Adulte</b>
As		2,4E-02	1,5E-02	9,7E-03	4,9E-03	5,5E-03
Cd		2,2E-02	1,2E-02	8,0E-03	3,6E-03	3,8E-03
CrVI		5,4E-05	3,0E-05	1,8E-05	7,6E-06	6,8E-06
Mn		3,4E-05	2,0E-05	1,1E-05	4,5E-06	5,1E-06
Ni		8,4E-04	4,1E-04	2,7E-04	9,8E-05	7,5E-05
Pb		7,4E-02	3,6E-02	8,5E-02	3,1E-02	2,4E-02
Hg		7,7E-03	4,1E-03	2,5E-03	9,4E-04	8,0E-04
dioxines	7E-02	8,6E-02	8,1E-02	5,5E-02	2,7E-02	3,1E-02
Total		2,1E-01	1,5E-01	1,6E-01	6,8E-02	6,6E-02

Tous les QD sont inférieurs à 1, pris individuellement ou additionnés (hypothèse de premier niveau d'approche), même avec des hypothèses d'expositions majorantes (aliments produits dans les jardins les plus exposés).

**Les risques d'effets chroniques liés à l'ingestion des substances émises par l'installation ne sont donc pas préoccupants dans les conditions d'émissions prévues dans le projet.**

Les substances pour lesquelles les IR les plus élevés ont été estimés sont le **plomb** et les **dioxines**, qui contribuent à environ 80% du risque.

### 7.2.2.3 Risques chroniques sans seuil

Seul l'arsenic a un Excès de Risque Unitaire qui permet l'évaluation des risques cancérigènes sans seuil (voir tableau 27).

L'ERU a été calculé pour l'exposition d'une personne pendant ses 30 premières années à partir des DJE calculés en Tableau 25.

Tableau 27 : Excès de risque individuel par ingestion lié à l'arsenic émis par l'installation

Excès de risque individuel pour l'arsenic	2,5E-06
---	---------

L'excès de risque individuel calculé est inférieur à la valeur repère de  $10^{-5}$ .

**Il n'y a donc pas de risque préoccupant par ingestion pour les effets sans seuil, pour les émissions canalisées de l'installation.**

#### 7.2.2.4 Compléments sur l'exposition par ingestion

Le modèle multimédia permet de décrire les contributions à l'exposition de chaque type d'aliment (et du sol). L'intégralité des tableaux est présentée en annexe 6.

Selon les métaux, les aliments contribuant le plus à l'exposition sont la viande bœuf/veau (45% de l'arsenic), le lait (50% du chrome VI, 70% du mercure, 90% du nickel et du plomb) ou les œufs (40% des dioxines). Les légumes contribuent à 50% à 60% de l'exposition à l'arsenic, au cadmium, au manganèse. L'ingestion de sol représente jusqu'à 35% de l'exposition des jeunes enfants (au manganèse, 15-20% pour le mercure et le chrome VI)

Pour mettre en perspective l'exposition aux dioxines, il est intéressant de comparer **l'exposition attribuable à l'installation avec l'exposition moyenne des Français** estimée par l'ANSES [AFSSA(ANSES), 2005] et l'INVS [INVS, 2000a] pour les nourrissons (voir le tableau 28).

Tableau 28 : Comparaison de l'exposition aux dioxines attribuable à l'incinérateur de Strasbourg par rapport à la moyenne nationale [INVS, 2000a ; AFSSA(ANSES), 2005]

	attribuable à l'installation de Strasbourg	moyenne dans la population française
Nourrissons	1,4 pg I-TEQ/kg/j	69 pg I-TEQ/kg/j
Enfants (3-14 ans)	0,03 à 0,08 pg I-TEQ/kg/j	0,9 pg I-TEQ/kg/j
Adultes (+15 ans)	0,03 pg I-TEQ/kg/j	0,5 pg I-TEQ/kg/j

L'exposition attribuable à la consommation d'aliments locaux contaminés par les dioxines émises par l'installation représente moins de 10% de l'exposition totale moyenne pour la population française pour les adultes et enfants et de 2% pour les nourrissons. **Ces chiffres ne montrent pas une surexposition des habitants proches de l'incinérateur par rapport à la population française.**

#### 7.2.3 Risques pour un scénario combiné

Les personnes peuvent être exposées à la fois par ingestion et par inhalation. Pour évaluer le risque lié à la combinaison des voies d'exposition pour les résidents

(différentes classes d'âge) et travailleurs-résidents (adultes uniquement), les indicateurs de risques (QD et ERI) toutes voies confondues sont récapitulées dans les tableaux ci-après.

*Remarque : Cette approche est majorante, car elle suppose une additivité des effets de toutes les substances et par toutes les voies. Cette additivité n'est pas vérifiée au niveau de l'organisme, mais est admissible à titre indicatif (1<sup>er</sup> niveau d'approche) pour justifier l'absence de risque prévisible pour les émissions envisagées.*

*Tableau 29 : Quotient de Danger combinés pour l'ingestion et l'inhalation (attribuables aux émissions de l'installation) pour différentes classes d'âge*

QD	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte (travailleurs-résidents)
<b>QD inhalation</b>	1,1E-02	1,1E-02	1,1E-02	1,1E-02	1,2E-01
<b>QD Ingestion</b>	2,1E-01	1,5E-01	1,6E-01	6,8E-02	6,6E-02
<b>Total</b>	2,2E-01	1,6E-01	1,7E-01	7,9E-02	1,9E-02

*Tableau 30 : Excès de risque Individuel combinés pour l'ingestion et l'inhalation (attribuables aux émissions de l'installation) pour différentes classes d'âge*

ERI	résidents	travailleurs-résidents
<b>ERI inhalation</b>	1,6E-07	1,7E-06
<b>ERI Ingestion</b>	2,5E-06	2,5E-06
<b>Total</b>	2,7E-06	4,2E-06

Pour ce scénario majorant combinant les lieux et les voies d'exposition, la somme des QD et la somme des ERI reste inférieurs respectivement à 1 et  $10^{-5}$ . **Les risques d'effets chroniques liés à l'exposition aux substances émises par l'installation ne sont donc pas préoccupants dans les conditions d'émissions prévues dans le projet.**

## **8. EVALUATION QUALITATIVE DES RISQUES : ANALYSE DES HYPOTHESES ET INCERTITUDES**

L'évaluation des risques sanitaires fait appel à de nombreuses hypothèses qui génèrent autant d'incertitudes. Ces incertitudes touchent aussi bien l'évaluation de la toxicité, que la caractérisation des expositions.

**On distingue dans la notion générale d'incertitude :**

- **la variabilité liée à l'hétérogénéité numérique naturelle ;**
- **l'incertitude relative au défaut de connaissance.**

**Ainsi, les paramètres variables peuvent être classés en facteurs de sous-estimation ou de sur-estimation du risque.** Les paramètres incertains sont la plupart du temps d'effet inconnu sur l'estimation du risque.

Les hypothèses et les sources d'incertitude sont rappelées dans cette section, et leur impact sur les résultats évalués (qualitativement ou semi-quantitativement). Les justifications de ces hypothèses ne sont pas représentées (se référer au texte concerné).

### **8.1 HYPOTHESES ET INCERTITUDES RELATIVES AUX EMISSIONS**

Estimation prospective des émissions :

Les flux de polluants émis sont estimés sur la base des valeurs limites à l'émission (VLE) applicables à chaque source d'émission, lorsqu'elles existent, ou à défaut sur des prévisions maximales basées sur d'autres données disponibles. Les flux mesurés aux cheminées de l'incinérateur dans sa configuration actuelle montrent que les émissions réelles sont inférieures aux VLE. Dans sa configuration future, les émissions du site doivent rester inférieures aux VLE qui seront fixées par l'arrêté préfectoral.

è Surestimation du risque sanitaire, non quantifiable, principe de prudence.

Non prises en compte des émissions diffuses de la plateforme de mâchefers

Les émissions de la plateforme de mâchefers n'ont pas été prises en compte pour le calcul de risque. Cependant l'analyse du contexte environnemental de l'installation montre que la probabilité d'exposition des cibles environnantes est très faible. La mise en place par l'exploitant d'une surveillance de ces émissions permettra de vérifier cette hypothèse.

è Sous-estimation légère du risque sanitaire, non quantifiable.

Emissions de la torchère et de l'épuration du biogaz

Les émissions de la torchère ont été considérées négligeables, compte-tenu du fait que celle-ci ne doit fonctionner qu'en secours. En fonctionnement normal, les émissions doivent effectivement être nulles. L'impact d'éventuelles émissions de la

torchère en cas de dysfonctionnement des installations n'a pas été évalué, conformément à la méthodologie.

Les émissions gazeuses de l'épuration du biogaz sont nulles d'après les informations fournies. En effet, les équipements sont confinés et les gaz de purge sont traités par l'unité de traitement de l'air vicié (UVO7).

è Pas d'impact sur l'évaluation (sauf dysfonctionnements).

#### Hypothèses sur les COV et le chrome :

A défaut de données spécifiques sur leur répartition à l'émission, les composés organiques volatils (COV) ont été assimilés à du benzène, qui est un des composés les plus toxiques.

è Surestimation du risque sanitaire, non quantifiable, principes de prudence et de proportionnalité.

Les risques attribuables au chrome ont été estimés à partir des concentrations de Cr VI, forme de loin la plus toxique. Il a été considéré que le Cr VI représente 10% du chrome total en sortie des émissions canalisées. Sur la base de l'expérience et des données d'une étude de l'US-EPA, cette hypothèse est considérée comme raisonnablement majorante.

è Surestimation du risque sanitaire, non quantifiable, principes de prudence et de proportionnalité.

#### Émission de métaux par l'unité de valorisation organique :

Les émissions de métaux par les sources autres que la cheminée d'incinération ont initialement été supposées nulles ou négligeables. Néanmoins, certaines données indiquent que le biogaz et les fumées de combustion du biogaz peuvent contenir des métaux en faibles concentrations.

Les concentrations et les dépôts de métaux ont été calculés à partir des concentrations en PM 2,5 estimées pour l'ensemble des sources du site. Cette approche simplificatrice (elle suppose que les sources émettent des métaux dans les mêmes proportions) semble majorante mais permet de couvrir les incertitudes liées aux émissions de métaux par les sources autres que l'incinérateur.

è Surestimation du risque sanitaire, non quantifiable, principes de prudence et de proportionnalité.

## **8.2 HYPOTHESES ET INCERTITUDES RELATIVES AUX VALEURS TOXICOLOGIQUES DE REFERENCE ET AU CHOIX DES TRACEURS DES RISQUES SANITAIRES**

### Recherche et choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) :

Les relations dose-réponse liées à la toxicité pour l'homme des substances identifiées ont été évaluées à l'aide des VTR disponibles dans les bases épidémiologiques et toxicologiques de référence (OMS, US-EPA/IRIS, ATSDR principalement). Des facteurs d'incertitude sont appliqués de façon protectrice pour tenir compte des extrapolations inter-espèces et des variabilités intra-espèces.

Néanmoins, la limite des connaissances peuvent dans certains cas amener à une sous-estimation des VTR.

è Surestimation (globalement) du risque sanitaire, non quantifiable, limite des connaissances scientifiques.

Lorsque plusieurs VTR existent pour une même substance et même voie, le choix a été basé en priorité sur les argumentaires développés par les toxicologues de l'INERIS (ou de l'ANSES) lorsque ceux-ci ont été publiés, ou à défaut en suivant les règles de la circulaire n°DGS/SD7B/2006/234 de la Direction Générale de la Santé (2006). Les écarts entre les VTR d'une même substance sont généralement limités (facteur 2 à 3), exceptionnellement supérieurs à 10.

è Impact limité (inférieur aux incertitudes sur les VTR respectives), limite des connaissances scientifiques.

#### Mélanges de substances et réactivité :

Par ailleurs, l'étude de la toxicité dans le cadre de l'ERS, mais également des études de toxicologie expérimentale, est réalisée pour chaque substance considérée comme agissant seule. Ainsi, l'exacerbation ou l'inhibition éventuelle de toxicité dans le cas du mélange de polluants émis par l'installation ne peuvent être prises en compte. A titre indicatif et par simplification, les quotients de danger et excès de risque individuel ont été additionnés respectivement sans considération des effets et mécanismes d'action des substances.

è Impact non quantifiable, limite des connaissances scientifiques principes de prudence et de proportionnalité.

Enfin, les éventuels produits de transformation des polluants émis n'ont pas été pris en compte et sont susceptibles d'être plus ou moins toxiques pour la santé humaine. Cependant, leur appréciation quantitative reste difficile avec les moyens actuels, en première approche.

è Impact non quantifiable, limite des connaissances scientifiques, principe de proportionnalité.

#### Choix des traceurs de risque :

Certaines substances (HAP, thallium, antimoine, vanadium, cobalt, chrome III, cuivre) n'ont pas été retenues comme traceurs des risques sanitaires. Les substances ont été retenues sur la base notamment de leur flux à l'émission et leur toxicité respective selon une démarche argumentée et transparente indiquant que leur contribution au risque global est faible relativement à celle des traceurs retenus.

è Facteur de sous-estimation, faible *a priori*, principe de proportionnalité.

### **8.3 HYPOTHESES ET INCERTITUDES RELATIVES A LA MODELISATION DE LA DISPERSION ET DES TRANSFERTS**

#### Modélisation de la dispersion atmosphérique :

Les concentrations atmosphériques ont été estimées par la modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets au moyen du logiciel ADMS4, adapté à ce type de situation. Plusieurs hypothèses ont été posées, sur la base des connaissances actuelles et des valeurs par défaut conseillés par les concepteurs du modèle, notamment relatives la granulométrie des particules et à la vitesse de déposition. Le retour d'expérience indique que ces hypothèses ont généralement un impact limité (facteur 2 à 3) sur les résultats.

è Impact limité, limite des connaissances scientifiques, principe de proportionnalité.

#### Dépôts au sol et sur les végétaux :

Le calcul des concentrations dans les sols est basé sur l'hypothèse que les polluants ne subissent aucune atténuation (par dégradation, lessivage ou lixiviation par exemple). De plus, les concentrations dans les sols, qui servent à déterminer les concentrations dans les autres milieux et *in fine* à caractériser le risque sanitaire, sont celles calculées à l'issue de 30 ans de fonctionnement de l'installation. Il est très probable d'ici-là que les émissions du site évoluent (la tendance des émissions industrielles est globalement à la baisse du fait notamment des progrès techniques et des contraintes réglementaires) et que les impacts soient réévalués

è Surestimation des concentrations, des expositions et des risques, limite des connaissances scientifiques, respect du principe de prudence scientifique.

Les concentrations dans les aliments produits localement ont été estimées, pour simplifier le modèle, sur la base des dépôts à la caserne de Vincelles où ils sont plus élevés qu'aux autres lieux de production identifiés d'un facteur d'environ 1 à 5.

è Surestimation des concentrations, des expositions et des risques, principe de prudence scientifique.

Les concentrations en métaux et dioxines dans l'air, les sols, végétaux et produits animaux ont été estimées à partir des dépôts modélisés des poussières émises par l'ensemble du site. D'après les bilans d'émission, seul l'incinérateur émet des métaux. Cette hypothèse simplificatrice (qui revient à dire que les poussières émises par les installations de méthanisation/réinjection ont la même composition en métaux et dioxines que les poussières de l'incinérateur) majore les concentrations et expositions. Compte-tenu de la faible contribution des émissions des installations UVO dans les dépôts, cette majoration reste faible (de l'ordre de 10%) et n'influence les conclusions de l'étude.

è Surestimation limitée des concentrations, des expositions et des risques, principe de proportionnalité.

#### Paramètres agronomiques :

Les paramètres agronomiques (rendements des cultures, alimentation des animaux par exemple) utilisés pour modéliser les transferts dans la chaîne alimentaire

peuvent varier en fonction des régions et des pratiques notamment. Les paramètres retenus sont non spécifiques mais sont des valeurs par défaut issues de la littérature (modèle HHRAP principalement). Les valeurs sont considérées comme raisonnablement majorantes par les transferts et l'exposition.

è Surestimation des concentrations, des expositions et des risques, limite des connaissances scientifiques, respect du principe de prudence scientifique.

#### Facteurs de transfert :

Les facteurs de bio-transfert vers les végétaux et les produits animaux sont non spécifiques au site, mais issus de la littérature scientifique. Ces facteurs dépendent des conditions du transfert, par exemple des caractéristiques du sol. Les variations observées dans la littérature [GRNC, 2001 ; 2002 ; INERIS, 2008a] sont importantes (parfois plusieurs ordre de grandeur) et peuvent donc influencer les résultats de façon importante. Les valeurs retenues par le GT GIC sont les valeurs pertinentes maximales identifiées à partir de la comparaison de plusieurs sources de données (INERIS, HHRAP, IRSN, GRNC), sauf pour le mercure et les dioxines pour lesquels la qualité des données a permis de déterminer les valeurs les plus pertinentes (reportées par le GT GIC) qui ne sont pas forcément les plus majorantes.

è Surestimation potentiellement importante des concentrations dans la chaîne alimentaire et des risques, variabilité des propriétés et des comportements, respect du principe de prudence scientifique.

Pour les dioxines, une approche globale sans distinction des congénères a été retenue en premier niveau d'approche. Les facteurs de transfert retenus sont ceux de la 2,3,4,7,8-PeCDF qui est le congénère majoritaire (en équivalent toxique) généralement constaté à l'émission d'installations de combustion. Dans le rapport 2004 du GT-GIC, les résultats obtenus en utilisant des paramètres de la 2,3,7,8-TCDD ou l'ensemble des paramètres de chaque congénère du mélange ont été comparés. Les résultats montrent que la première alternative est légèrement majorante avec une influence faible, de 4 à 6 % sur le niveau de risque lié aux dioxines.

è Impact faible, plutôt majorant, limite des connaissances scientifiques, principes de proportionnalité.

## **8.4 HYPOTHESES ET INCERTITUDES RELATIVES A LA CARACTERISATION DES EXPOSITIONS**

### Scénarios d'exposition :

L'étude de l'exposition par inhalation considère pour les résidents une exposition permanente toute l'année, toute la journée, aux concentrations estimées au niveau des habitations où elles sont le plus élevées, et pour les travailleurs au point de retombées maximales, à la limite du site. L'analyse des cartes de dispersion indique que les concentrations sont environ 3 fois plus faibles au niveau des bâtiments des entreprises les plus proches qu'à ce point.

è Surestimation des expositions et des risques, variabilité des comportements, principes de proportionnalité et de prudence scientifique.

A défaut d'enquête alimentaire spécifique de la population des communes riveraines, la consommation alimentaire retenue est la moyenne de la population française déterminée par l'enquête INCA2 [AFSSA(ANSES), 2009] et la part de consommation d'aliments produits localement est déterminée à partir des résultats d'une enquête nationale [INVS, 2009]. Pour chaque type d'aliment, la part d'autoconsommation est estimée pour des personnes consommant au moins une partie de produits locaux (« autoconsommateurs »). Les paramètres d'autoconsommation retenus majorent donc la consommation de produits locaux par rapport à la population générale et couvre une grande majorité de la population, tout en restant plus réaliste que le scénario « autarcie » (consommation de 100% de produits locaux), mais, en raison de la variabilité des comportements individuels, des consommations supérieures aux estimations restent possibles.

è Surestimation des expositions et des risques pour la majorité des personnes avec des exceptions possibles, variabilité des comportements, principes de proportionnalité et de prudence.

## **9. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

L'évaluation de l'impact des émissions de l'installation d'incinération des déchets de Strasbourg, incluant la plateforme de valorisation des mâchefers et le projet de méthanisation et de valorisation du biogaz par réinjection dans le réseau a été menée sous la forme d'une évaluation des risques sanitaires à partir de la modélisation de la dispersion et des transferts des substances émises à l'atmosphère.

**La modélisation de la dispersion et des transferts dans les milieux a porté sur les émissions canalisées de l'incinérateur et des installations de méthanisation et de valorisation du biogaz.**

Les données disponibles ne permettent pas de caractériser assez précisément les émissions diffuses, en particulier l'émission de poussières de la plateforme mâchefers, pour les inclure dans la modélisation. Compte tenu de l'absence d'habitations et de culture à proximité du site, l'exposition par inhalation ou ingestion de la population ne semble pas significative, sauf potentiellement pour les travailleurs des entreprises voisines.

**Les modélisations ont permis d'estimer les concentrations attribuables aux émissions canalisées de l'installation dans l'air, les sols et les aliments produits localement ; puis les doses d'expositions journalières pour les personnes vivant et/ou travaillant dans la zone et consommant des aliments produits localement.**

L'interprétation de ces résultats doit rester prudente car ceux-ci résultent d'**hypothèses** et sont soumis à des **incertitudes** justifiées et explicitées dans le rapport. Autant que possible, les hypothèses sont raisonnablement majorantes pour l'estimation des risques conformément aux principes de prudence et de proportionnalité de la méthodologie.

**Sur la base des prévisions d'émission fournies par INGEVALOR et PÖYRY pour le compte de SENERVAL, les quotients de danger et les excès de risque individuels calculés sont inférieurs aux repères conventionnels ( $QD < 1$  ou  $ERI < 10^{-5}$ ) pour tous les traceurs de risque à la fois pour l'inhalation et l'ingestion.** A titre indicatif, la somme des QD et la somme des ERI pour toutes les substances et les voies d'exposition combinées sont inférieures aux repères.

**Ces résultats indiquent une situation non préoccupante attribuable aux émissions canalisées de l'installation du point de vue de la santé des habitants autour du site, dans les conditions d'émissions prévues.**

Afin de garantir l'absence d'impact préoccupant attribuable aux émissions de l'installation, la **surveillance de ses émissions ainsi que des concentrations dans les milieux** doit être maintenue et pourrait être révisée par l'exploitant pour plus de pertinence. **L'attention portera en priorité sur les substances**

**contribuant le plus aux niveaux de risque estimés, à savoir : l'arsenic et le cadmium pour l'inhalation ; le plomb et les dioxines pour l'ingestion** et sur les substances caractéristiques des émissions diffuses (poussières et métaux lourds).

### **Propositions pour la surveillance environnementale autour de l'installation**

Bien que l'évaluation des risques sanitaires conduite dans ce rapport ne montre pas de préoccupations particulières attribuables aux émissions de l'installation, dans sa configuration future, il semble opportun de profiter des résultats de cette étude pour réviser le plan de surveillance actuel de l'installation, conformément notamment à l'arrêté du 2 février 1998 et à la circulaire BPSPR/2007-128/VD du 15 mai 2007 du ministère de l'écologie et du développement durable.

En effet, le plan actuel repose sur l'analyse de lichen prélevé en 4 points dans un rayon compris entre 1 et 5 km autour du site [Biomonitor, 2011]. Le nombre de prélèvements, ainsi que leurs emplacements ne semblent pas suffisants ou pertinents au regard des recommandations du guide « Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM de l'INERIS » [INERIS, 2001]. En outre, l'utilité de prélèvements de poussières de l'air en bordure du site pour l'évaluation de l'impact potentiel des émissions diffuses a été soulevée (paragraphe 7.1).

### **Rappel pour la surveillance des émissions de dioxines et furannes**

Selon l'arrêté 20 septembre 2002 révisé relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux (article 28-b), l'exploitant doit réaliser la mesure en semi-continu des dioxines et furannes. Cette disposition est applicable pour les installations existantes à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2014.

## **10. LISTE DES REFERENCES**

**AFSSA(ANSES)** (2005) - Dioxines, furanes et PCB de type dioxine : Evaluation de l'exposition de la population française. Maison Alfort.

**AFSSA(ANSES)** (2009) - INCA2 : Etudes individuelles nationales sur les consommations alimentaires 2006-2007.

**Analytice** (2005a) - recherche d'amiante et de silicium sur les échantillons de poussières. Strasbourg. R/05/00802.

**Analytice** (2005b) - Suivi de retombées de poussières sédimentables. Strasbourg. R/05/00649.

**ASPA** (2010a) - Bilan de la qualité de l'air en Alsace - Période 2000 à 2009. ASPA 10083002- ID.

**ASPA** (2010b) - Métaux lourds analysés - Fiche de résultats 2010 sur le site de Général Motors. Strasbourg. ASPA-11012105-ID.

**ASPA** (2010c) - Programme de surveillance de la qualité de l'air 2010-2015 - région Alsace. 10071604-ID.

**ASPA** (2010d) - Statistiques des données de qualité de l'air en Alsace : Benzène, Toluène, Xylènes. Strasbourg. ASPA11010601-TD.

**ASPA** (2010e) - Statistiques des données de qualité de l'air en Alsace : Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>. Strasbourg. ASPA11010601-TD.

**ASPA** (2010f) - Statistiques des données de qualité de l'air en Alsace : métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb). Strasbourg. ASPA11010601-TD.

**ASPA** (2010g) - Statistiques des données de qualité de l'air en Alsace : oxydes d'azote NO<sub>2</sub> et NO. Strasbourg. ASPA11010601-TD.

**ASPA** (2010h) - Statistiques des données de qualité de l'air en Alsace : Particules en suspension (PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>10</sub>). Strasbourg. ASPA11010601-TD.

**ASTEE** (2003) - Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM. association scientifique et technique de l'eau et de l'environnement.

**Biomonitor C.M.e.E.** (2011) - Contrôle des rejets aqueux, atmosphériques et solides de l'usine d'incinération des ordures ménagères de la communauté Urbaine de Strasbourg, Surveillance des retombées dans l'environnement, mesures dans les lichens, campagne de 2010. 10-RA-12-AO-31.

**BREF** (2006) - Document de référence sur les meilleures techniques disponibles (MTD) : Incinération des déchets.

**GRNC** (2001) - Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs, Paramètres de transfert,. Groupe Radioécologie Nord-Cotentin,. Rapport IPSN DPRE, référencé SERLAB/01-39.

**GRNC** (2002) - Analyse de sensibilité et d'incertitude sur le risque de leucémie attribuable aux installations nucléaires du Nord-Cotentin. Groupe Radioécologie Nord-Cotentin.

**INERIS** (2001) - Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM

Verneuil en halatte. <http://www.ineris.fr>. INERIS-DRC-01-25585-AIRE-n°716-MDu/diox\_mate.doc.

**INERIS** (2002) - Caractérisation des BIOGAZ : Bibliographie - Mesures sur sites. INERIS DRC-02-27158-AIRE-n°316b-JPo.

**INERIS** (2003a) - Evaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion - partie 2 Exposition par voies indirectes. INERIS. Verneuil en halatte. INERIS-DRC-03-45956/ERSA n°92-RBn-/GT-GICversion4.doc.

**INERIS** (2003b) - Guide méthodologique "substances chimiques, Evaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées. INERIS. Verneuil en Halatte.

**INERIS** (2004a) - Mise à jour de l'étude d'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion INERIS. Verneuil en Halatte. <http://www.ineris.fr/centredoc/revisionGT-GIC3-2004.pdf>. INERIS DRC - 04-45956/ERSA - n° 226 RBn/revision GT-GIC3.doc.

**INERIS** (2004b) - Paramètres physico-chimiques et coefficients de transfert des dioxines pour l'évaluation des risques. INERIS. Verneuil en Halatte. Ministère de l'écologie et du développement durable, .

**INERIS** (2008a) - Améliorer les méthodes d'estimation prospective de l'exposition aux polluants des populations autour d'une installation classée pour la protection de l'environnement,. INERIS. Verneuil en Halatte. BCRD03-DRC06, n° DRC-08-57041-14967A.

**INERIS** (2008b) - Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle. INERIS. Verneuil en Halatte. INERIS - DRC-08-94882-16675B.

**INERIS** (2009) - Etude de la composition du biogaz de méthanisation agricole et des émissions en sortie de moteur de valorisation. INERIS. Verneuil en Halatte. DRC-09-94520-13867A.

**INGEVALOR** (2011a) - Descriptif du traitement biologique des déchets pour l'INERIS. 10-044 DAE E 0321-A.

**INGEVALOR** (2011b) - Données Informations pour Etude Risque Sanitaire. 10-044 DAE E 0212-D

**INGEVALOR/PÖYRY** (2012) - Tableau des Rejets atmosphériques - complément nouvelle implantation. 10-044-DAE E 0223-H tableau des rejets atmosphériques - Version PÖYRY reçue le 24/04/2012.

**INVS** (2000a) - Etude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France. Institut de Veille sanitaire.

**INVS** (2000b) - Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact. Institut de veille sanitaire.

**INVS** (2009) - Étude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères – Rapport d'étude. (Fra). Institut de veille sanitaire. Saint-Maurice.

**JORF** (1998) - Arrêté du 02/02/98 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

**JORF** (1999) - Arrêté du 11/08/99 relatif à la réduction des émissions polluantes des moteurs et turbines à combustion ainsi que des chaudières utilisées en postcombustion soumis à autorisation sous la rubrique 2910 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

**JORF** (2010) - Arrêté Ministériel du 23 Juillet 2010 relatif aux chaudières présentes dans les installations de combustion d'une puissance thermique supérieure ou égale à 20 MWth autorisées ou modifiées à compter du 1er Novembre 2010.

**LICE** (2006) - Analyses d'atmosphères aux établissements Protires à Strasbourg. Laboratoire interregional de chimie de l'est. LICE/CR/1273/AB/P/S.

**Linak L.W. and al a.** (1996) - Formation and destruction of hevalent Cr VI in a laboratory Swirl Flame Incinerator. *Combustion Science and Technology*, **116-117**.

**NRC** (1983) - Risk Assessment in the Federal Government: managing the process, Nat. Acad. Press Washington. Commission on Life Sciences, Board of environmental studies and toxicology, Committee on health effects of waste incineration, National Academy Press eds.

**NRC** (2000) - Waste Incineration and public health. Commission on Life Sciences, Board of environmental studies and toxicology, Committee on health effects of waste incineration, National Academy Press eds.

**OMS** (2005) - WHO air quality guidelines update 2005, Report on a working group meeting, . Bonn, Germany.

**PÖYRY** (2012a) - Implantation méthanisation sur zone déchetterie - étude d'implantation. POY-AA-00-30-002-A-INF.

**PÖYRY** (2012b) Implantation méthanisation Plans et coupes. Saint Quentin en Yvelines. BEK-AA-70-30-021-A.

**PÖYRY** (2012c) - Implantation méthanisation sur zone déchetterie - Etude d'implantation. POY-AA-00-30-003-A-INF.

**Protires** (2007a) - Bilan de fonctionnement décennal. Strasbourg.

**Protires** (2007b) - Bilan de fonctionnement décennal de la plateforme Mâchefers de Strasbourg. Strasbourg.

**US-EPA** (1997) - Mercury study report to Congress, Vol III : Fate and Transport of Mercury in the Environment. EPA-452/R-97-005.

**Yoo J.I., Kim K.H., Jang H.N., Seo Y.C., Seok K.S., Hong J.H. and Jang M.** (2002) - Emission characteristics of particulate matter and heavy metals from small incinerators and boilers. *Atmospheric Environment*, **36**, 32, 5057-5066.

## LISTE DES ANNEXES

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>
1	Caractérisation de la toxicité des substances. Inventaire et choix des VTR
2	Cartes et documents de références
3	Tableaux des concentrations et dépôts modélisés
4	Cartographies des concentrations et dépôts modélisés
5	Description du modèle multimédia
6	Résultats de la modélisation multimédia

## **Annexe 1 : Caractérisation de la toxicité des substances. Inventaire et choix des VTR**

### **Identification des dangers et Relations dose – réponse**

#### **Ø Particules en suspension**

Il n'est aujourd'hui pas possible de décrire précisément les phénomènes physiopathologiques à l'origine de l'agression de la muqueuse respiratoire par les particules puisque ce sont des matériaux composites et qu'il n'y a pas d'effet sanitaire entièrement spécifique de ce type de polluant. La taille et la composition des particules émises et inhalées déterminent largement leur devenir après émission, ainsi que la nature de leurs effets biologiques et sanitaires. On distingue ainsi les  $PM_{10}$  et les  $PM_{2,5}$  correspondant respectivement aux particules de diamètre aérodynamique médian inférieur à 10 et 2,5  $\mu m$ . Les études épidémiologiques dans des contextes d'exposition variés, avec différents types de population, ont permis d'observer une corrélation entre l'augmentation des particules dans l'air ambiant et l'augmentation des manifestations sanitaires telles que le taux de mortalité, la fréquence des hospitalisations d'urgence pour cause cardio-vasculaire et respiratoire, la consommation de broncho-dilatateur, l'incidence de la toux ou la diminution des performances respiratoires.

Aucun seuil n'a pas été identifié, aussi il est peu probable qu'une valeur standard ou indicative permette de protéger complètement chaque individu contre tous les effets indésirables possibles des particules en suspension. Néanmoins plusieurs seuils de gestion (réglementaires ou non) ont été définis. Nous retiendrons les valeurs guides des lignes directrices de l'OMS (2005) à savoir :

**Particules  $PM_{2.5}$ : 10  $\mu g/m^3$  moyenne annuelle  
25  $\mu g/m^3$  moyenne sur 24 heures**

**Particules  $PM_{10}$ : 20  $\mu g/m^3$  moyenne annuelle  
50  $\mu g/m^3$  moyenne sur 24 heures**

## Ø Dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>

Il s'agit d'un irritant des voies respiratoires largement décrit par de nombreuses études épidémiologiques provoquant par ailleurs à moindre degré des troubles cardiaques et hématologiques. Le SO<sub>2</sub> fait partie de l'aérosol acide et sa voie d'exposition est respiratoire. Il agit en synergie avec les poussières en suspension dans l'atmosphère. Deux types d'effets respiratoires sont associés à cette substance : les effets à court terme (broncho-constriction avec altération des débits ventilatoires, toux et sifflements expiratoires) et les effets à long terme. Les phénomènes de mortalité sont également bien décrits, particulièrement chez les populations sensibles (asthmatiques notamment). Un rapport de surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain [Glorennec, 2000] rapporte des excès de risque de l'ordre de 3, 4 et 5 % respectivement pour la mortalité totale, cardio-vasculaire et respiratoire, pour une augmentation de 0,05 mg/m<sup>3</sup> de SO<sub>2</sub>.

Concernant les effets cancérogènes, il n'existe en revanche pas de données suffisantes pour conclure à ce sujet.

Par ailleurs, le dioxyde de soufre aurait un effet sur la reproduction et le développement. Il a été montré que l'exposition de femmes enceintes au dioxyde de soufre et à la poussière de soufre était corrélée à la baisse de poids des nouveau-nés [Wang, 1997]. Une relation entre les pics de dioxyde de soufre et la diminution de la fécondité a été observée chez des couples vivant près d'une centrale (à moins de 3,5 km). Cette relation serait due à une anomalie des spermatozoïdes durant leur maturation [Dejmek, 2000].

**À L'Organisation Mondiale de la Santé [OMS, 2005] a établi des valeurs guides en fonction de différents temps d'exposition :**

- **10 minutes : 500 µg/m<sup>3</sup> ;**
- **24 h ou plus : 20 µg/m<sup>3</sup> ;**

## Ø Oxydes d'azote NO<sub>x</sub>

Dans la suite de l'étude, **on assimile les NO<sub>x</sub> émis par l'installation à du NO<sub>2</sub>.**

La nature et la concentration des dérivés azotés dépendent largement du lieu, de l'heure et de la saison. On désigne généralement par NO<sub>x</sub> l'ensemble (NO + NO<sub>2</sub>), car une fois libéré dans l'air, NO est rapidement oxydé en NO<sub>2</sub> par les oxydants présents (en particulier l'ozone). Les oxydes d'azote sont des précurseurs déterminants de la pollution atmosphérique par les oxydants photochimiques, qui débouchent sur la formation d'ozone et de smog.

Chez l'animal, l'effet chronique du dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> à une concentration de 1 880 µg/m<sup>3</sup> (1 ppm), pendant des durées de plusieurs semaines à plusieurs mois, touche essentiellement les voies respiratoires, mais aussi éventuellement la rate, le foie ou le sang [OMS, 2000]. En ce qui concerne les voies respiratoires, les effets peuvent aller de quelques modifications des cellules de la trachée ou des régions pulmonaires, jusqu'à des effets de type emphysème. On constate en parallèle une augmentation de la susceptibilité à l'infection pulmonaire d'origine microbienne ou virale pour des concentrations de 940 µg/m<sup>3</sup> de dioxyde d'azote.

Chez l'homme, les nombreuses études épidémiologiques conduites sur l'exposition répétée à long terme au dioxyde d'azote ne permettent pas de mettre clairement en relation la concentration à laquelle les individus sont exposés et les symptômes induits par cette exposition. On relève une incidence de l'inhalation de dioxyde d'azote sur les voies respiratoires (altération de la fonction pulmonaire par broncho-constriction) pour les enfants et les personnes asthmatiques. Chez les enfants âgés de 5 à 12 ans, il a été estimé qu'il y avait une augmentation de 20 % des symptômes respiratoires pour chaque augmentation de la concentration du dioxyde d'azote au dessus de 28 µg/m<sup>3</sup> (exposition moyenne de 2 semaines). Des études réalisées sur des volontaires ont montré que la population asthmatique était plus sensible que le reste de la population. Ainsi, l'exposition à 564 µg/m<sup>3</sup> de dioxyde d'azote pendant 60 minutes durant un exercice intermittent et modéré induit une diminution de la capacité de la force vitale uniquement chez les sujets asthmatiques [Koenig, 1988]. En revanche, chez les adultes en bonne santé, la relation dose-effet n'a pas encore pu être clairement établie. Enfin, des études ont également été menées sur des expositions à des mélanges de polluants contenant du NO<sub>2</sub>. Il ne semble pas que la présence de NO<sub>2</sub> accroisse les réactions aux autres polluants au-delà de ce qui serait observé en présence de ces polluants seuls, sauf dans le cas d'une co-exposition à l'ozone auquel une exposition préalable au NO<sub>2</sub> rend les voies aériennes encore plus sensibles.

**À Ainsi, pour les NO<sub>x</sub>, on retiendra les valeurs guides de l'OMS (2005) proposées à partir de données épidémiologiques :**

- **exposition de 1 heure : 200 µg/m<sup>3</sup> ;**
- **exposition de 1 année : 40 µg/m<sup>3</sup>.**

## Ø Acide Chlorhydrique HCl

La dangerosité de l'acide chlorhydrique pour des expositions à faible dose est encore mal évaluée. Des données concernant les effets systémiques existent. Ses voies d'exposition peuvent être percutanée, par inhalation ou par ingestion accidentelle. Au vu de la source d'émission atmosphérique, la voie d'exposition chronique prépondérante est l'inhalation.

HCl n'a pas été étudié pour son potentiel cancérigène.

À On retient la **VTR préconisée par l'US-EPA (1995) de 20 mg/m<sup>3</sup> pour l'exposition chronique**, l'effet corrélé étant l'hyperplasie de la muqueuse nasale, du larynx et de la trachée (étude chez le rat).

L'OEHHA propose en outre une VTR de 9 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition chronique (non retenue conformément à la circulaire DGS 2006) et de 2,1 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition d'une heure.

## Ø Acide fluorhydrique HF

L'exposition à l'acide fluorhydrique peut se faire par inhalation ou ingestion. Au vu de la source d'émission atmosphérique, la voie d'exposition chronique prépondérante est l'inhalation.

Concernant l'inhalation, le fluorure d'hydrogène est un irritant puissant pour les poumons et peut avoir des effets néfastes sur la fonction cardio-vasculaire [ATSDR, 2001].

Par ingestion, les fluorures contenus dans le dentifrice, l'eau et les aliments (produits de la mer notamment) peuvent avoir des effets bénéfiques à faible dose sur la santé humaine (prévention des caries, par exemple). Toutefois, une exposition soutenue aux fluorures peut entraîner chez les enfants le phénomène de fluorose dentaire (apparition de taches blanches ou brunes sur les dents, sans altération de la fonction dentaire par ailleurs). Une exposition prolongée supérieure à 200 mg/kg de poids corporel peut provoquer la fluorose squelettique (fragilisation des os). Les cas les plus récents ont été rapportés pour des travailleurs exposés constamment pendant au moins 4 ans à des concentrations dans l'air du poste de travail de 100 à 500 mg/m<sup>3</sup> [OMS, 2000].

Les fluorures n'ont pas été étudiés pour leur potentiel cancérigène.

À **L'OEHHA propose une VTR par inhalation, de 14 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition chronique** ou de 240 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition d'1 heure (non retenue). **L'ATSDR propose un VTR de 16 µg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 24 heures.**

## Ø Hydrogène sulfuré H<sub>2</sub>S

Chez l'homme, l'intoxication suraiguë s'observe pour de fortes concentrations (environ 1 390 mg.m<sup>-3</sup>) et de courtes durées d'exposition (quelques secondes à quelques minutes). Elle se traduit par une atteinte du système nerveux central (perte de conscience surnommée « coup de plomb des vidangeurs ou des égoutiers ») et une détresse respiratoire paraplée. Si l'exposition n'est pas instantanément fatale, l'apparition d'un œdème pulmonaire retardé peut être observée. Une amnésie rétrograde avec une diminution des facultés intellectuelles est également possible.

Les signes systémiques en rapport avec l'anoxie cellulaire peuvent apparaître dès 250 ppm : toux, douleur thoracique, dyspnée, hypotension, tachycardie, troubles du rythme, ischémie sous endothéliale. Les signes neurologiques peuvent se manifester dès 200 ppm et sont sévères dès 500 ppm. Ils comportent : des céphalées, des vertiges, des troubles de la coordination, des nausées, des vomissements, une asthénie intense, une désorientation, un nystagmus, une perte de connaissance et un coma.

Suite à des intoxications aiguës, des séquelles neurologiques ont pu être observées sous la forme de troubles mnésiques, de tremblements, d'ataxie, d'altération de la vision, de l'audition et une démence.

Chez le rat, les CL<sub>50</sub> sont comprises entre 466 et 816 mg.m<sup>-3</sup>, en fonction de la souche et de la durée d'exposition, de 2 à 6 heures. Les principaux effets sont des irritations oculaires et pulmonaires et des effets systémiques sévères. Les effets neurotoxiques sont liés à une inhibition des activités monoamine oxydase (MAO) et une augmentation des niveaux de neurotransmetteurs du tronc cérébral.

En toxicité chronique, chez l'homme, l'H<sub>2</sub>S est associé à une augmentation de la mortalité par pathologies pulmonaires et de l'incidence des pathologies cardiovasculaires et du système nerveux (central et périphérique, mais il existe des co-expositions). Des atteintes oculaires (conjonctivite et kératite) sont également rapportées.

Chez l'animal, pour des expositions sub-aiguës des lésions bilatérales au niveau de la muqueuse olfactive avec perte des neurones olfactifs et hyperplasie des cellules basales affectent les régions médianes et dorsales de la cavité de l'éthmoïde. Des inflammations de la muqueuse nasale ou des hyperplasies bronchiolaires sont aussi décrites. Les effets neurologiques ne sont pas retrouvés pour expositions sub-chroniques.

Une seule étude chez l'homme est disponible pour les effets cancérigènes. Elle rapporte des excès de risque de cancer nasal et un excès de risque de cancer de la trachée, des bronches et des poumons mais son interprétation reste délicate et ne permet pas de conclure.

La seule étude de génotoxicité ne permet pas de conclure.

Pour les effets sur la reproduction et le développement, chez l'homme, une augmentation du taux d'avortement spontanés a été décrite mais les résultats sont difficilement interprétables du fait de co-expositions. Les différentes études chez l'animal ne permettent pas d'identifier d'effet sur la reproduction ou le développement.

Substances chimiques	Effets	Voie d'exposition	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source	Année de révision
<b>Sulfure d'hydrogène (7783-06-4)</b>	A seuil	Inhalation (chronique)	300	RfC = 0,002 mg.m <sup>-3</sup>	US EPA IRIS, 2003	2010
		Inhalation (sub-chronique)	30	MRL= 0,03 mg.m <sup>-3</sup>	ATSDR, 2006	2010
		Inhalation (aiguë)	27	MRL= 0,1 mg.m <sup>-3</sup>	ATSDR, 2006	2010

## Ø Ammoniac NH<sub>3</sub>

En toxicité aiguë, chez l'homme, l'ammoniac est un gaz provoquant des irritations sévères voire des brûlures au niveau des muqueuses. Ces irritations sévères sont également observées au niveau oculaire, provoquant un larmolement, une hyperhémie conjonctivale, des ulcérations conjonctivales et cornéennes, une iritis. Une cataracte ou un glaucome peuvent apparaître jusqu'à 10 jours après exposition. Des expositions importantes aiguës à de l'ammoniac peuvent induire le développement d'un syndrome de dysfonctionnement réactionnel des voies respiratoires (ou RADS ou syndrome de Brooks) voire d'un asthme de type "irritant-induced" (asthmes non immunologiques induits par des substances irritantes). Ces manifestations se traduisent par de la toux, de la dyspnée et des sifflements bronchiques.

Les effets décrits chez l'homme sont retrouvés chez l'animal. Les CL<sub>50</sub> 1 h sont comprises entre 5 300 et 7 940 mg.m<sup>-3</sup> chez le rat et 300 et 7 990 mg.m<sup>-3</sup> chez la souris.

En toxicité chronique, pour les effets systémiques, la seule étude disponible chez l'homme rapporte uniquement une aggravation des symptômes respiratoires lors d'une exposition professionnelle.

Chez l'animal, l'ammoniac induit des irritations nasales, une inflammation pulmonaire, des altérations histologiques hépatiques et une calcification des tubules rénaux.

Pour les effets cancérigènes, chez l'homme comme chez l'animal, les rares études disponibles ne permettent pas de conclure.

Pour les effets sur la reproduction et le développement, il n'existe pas de donnée chez l'homme et la seule étude chez le porc ne montre pas d'effet.

Substances chimiques (n°CAS)	Type d'effet (A seuil/sans seuil)	Voie d'exposition (durée)	Facteur d'incertitude	Valeur de référence	Source et année de révision de VTR
<b>Ammoniac (7664-41-7)</b>	A seuil	Inhalation (aiguë) 1h	3	REL = 4,5 ppm (3,2 mg.m <sup>-3</sup> )	OEHHA, 1999
		Inhalation (aiguë)	30	MRL = 1,7 ppm (1,2 mg.m <sup>-3</sup> )	<b>ATSDR, 2004</b>
		Inhalation (chronique)	10	REL = 0,2 mg.m <sup>-3</sup> (0,3 ppm)	OEHHA, 2000
		Inhalation (chronique)	30	RfC = <b>0,1 mg.m<sup>-3</sup></b> (0,14 ppm)	<b>US-EPA, 1991</b>
		Inhalation (chronique)	30	MRL = 0,1 ppm (0,07 mg.m <sup>-3</sup> )	ATSDR, 2004

Les VTR retenues pour l'évaluation sont celles de l'ATSDR pour l'**exposition aiguë (1200 µg/m<sup>3</sup>)** et de l'US-EPA pour l'**exposition chronique (100 µg/m<sup>3</sup>)**, selon la démarche recommandée par la circulaire n°DGS/SD7B/2006/234 de la Direction Générale de la Santé (2006) indiquant une hiérarchisation entre les différentes bases de données.

## Ø COV – benzène

La mesure en COV totaux n'a pas de signification en évaluation des risques sanitaires. Les COV constituent une famille de substances très hétérogènes quant à leur comportement physico-chimique et leur dangerosité. **Par conséquent, une des pratiques en ERS est d'assimiler l'ensemble des COV à l'un des plus toxiques de la famille, le plus souvent le benzène qui est le plus fréquemment rencontré et classé cancérigène certain pour l'homme.**

**N'ayant pas d'information plus précise sur la nature des COV émis par l'UIOM de Strasbourg, ceux-ci seront assimilés au benzène.**

Le benzène entre dans la composition des carburants et il est donc, dans l'air urbain, principalement associé au trafic automobile. Il est aussi utilisé comme matière première en synthèse organique. Son utilisation industrielle, en particulier comme solvant, a été sévèrement réglementée. Le benzène ne se bio-accumule pas dans les animaux et les plantes.

La voie d'exposition prépondérante est l'inhalation, mais les expositions par ingestion d'aliments ou d'eau et par contact cutané sont également concernées [INERIS 2004-a]. Le syndrome psycho-organique est commun au benzène et à ses homologues supérieurs, toluène et xylènes. L'exposition chronique au benzène induit des troubles de la mémoire, de la concentration, de la personnalité, une insomnie et une diminution des performances intellectuelles. La toxicité hématologique est connue depuis longtemps (atteintes de la moelle osseuse : anémie, leucopénie, hyperleucocytose, etc...). Ces effets sont réversibles après cessation de l'exposition. A un stade plus avancé, cette toxicité hématologique peut se manifester par une aplasie médullaire, à savoir une dépression totale de la reproduction des cellules sanguines. Plusieurs études épidémiologiques chez des travailleurs exposés à de fortes concentrations de benzène comme solvant décrivent ces atteintes. La toxicité hématologique et surtout l'aplasie médullaire sont actuellement considérées comme un syndrome pré-leucémique.

Pour le Benzène, plusieurs VTR sont proposées pour des effets à seuil (valeurs de l'ATSDR, de l'US-EPA et de l'OEHHA) pour des expositions par inhalation. L'AFSSET en 2008<sup>22</sup> a recommandé de retenir la valeur de l'ATSDR pour laquelle les informations proposées sont plus précises que celles de l'US-EPA.

Pour la voie orale, dans la mesure où les deux VTR proposées (US-EPA) et ATSDR sont extrapolées voie à voie des valeurs par inhalation, la valeur de l'ATSDR est retenue pour cette voie (parallèle avec l'inhalation)

Dans le domaine des effets sur la reproduction, le benzène a été montré fœtotoxique chez l'animal mais non tératogène. Chez l'homme, le benzène est fœtotoxique comme tous les hydrocarbures aromatiques.

Du point de vue de la cancérogénicité, le benzène est un cancérigène reconnu, classé A par l'US-EPA et dans le groupe 1 de la classification du CIRC. Il est initiateur de leucémies (en particulier myéloïdes aiguës) en exposition chronique, quelle que soit la voie d'exposition. De nombreuses données expérimentales et épidémiologiques existent. L'US-EPA a établi récemment (1998 et 1999) un

---

<sup>22</sup> AFSSET (2008) Valeurs guides de qualité de l'air intérieur : le benzène

intervalle de risques unitaires pour l'exposition au benzène par inhalation ( $ERU_i$ ), un intervalle d' $ERU_o$  pour une exposition par ingestion (en  $(mg/kg.j)^{-1}$ ) et un intervalle d' $ERU_o$  pour une exposition par ingestion d'eau contaminée (en  $(mg/L)^{-1}$ ). Les VTR disponibles pour le benzène sont les suivantes :

- L' $ERU_i$  de l'US-EPA (2000) varie de  $2,2 \cdot 10^{-6}$  à  $7,8 \cdot 10^{-6}$   $(\mu g/m^3)^{-1}$ . Ces estimations quantitatives sont basées sur l'hypothèse de la linéarité à faible dose et utilisent les estimations du maximum de vraisemblance à partir des études épidémiologiques.
- L'OMS (2000) situe l' $ERU_i$  dans une fourchette comprise entre 4,4 et  $7,5 \cdot 10^{-6}$   $(\mu g/m^3)^{-1}$  d'après une étude de Crump (1994). La moyenne géométrique de cette fourchette d'excès de risque vie entière de leucémie pour une concentration dans l'air de  $1 \mu g/m^3$  est de  $6 \cdot 10^{-6}$  ; les concentrations de benzène dans l'air associées à un excès de risque de  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  et  $10^{-6}$  sont respectivement de 17, 1,7 et  $0,17 \mu g/m^3$ .
- **Le CSHPF recommande la valeur de  $6 \cdot 10^{-6}$   $(\mu g/m^3)^{-1}$**  (Section Milieux de vie, séance du 17 septembre 1997). En termes de risque collectif, ce chiffre signifie qu'une exposition de un million de personnes pendant une vie entière (70 ans) 24 h sur 24 à la concentration de  $1 \mu g/m^3$  de benzène est susceptible d'induire un excès de 6 cas de leucémie. La valeur préconisée par le CSHPF sera retenue dans la suite de l'étude.
- Pour une exposition par ingestion, l' $ERU_o$  varie de  $1,5 \cdot 10^{-2}$  à  $5,5 \cdot 10^{-2}$   $(mg/kg.j)^{-1}$ . L' $ERU_o$  pour une exposition par ingestion d'eau contaminée varie de  $4,4 \cdot 10^{-4}$  à  $1,6 \cdot 10^{-3}$   $(mg/L)^{-1}$ . Ces estimations sont extrapolées à partir des données épidémiologiques en milieu professionnel (extrapolation voie à voie).

## Ø Arsenic

(Source documentaire principale Fiche toxicologique INERIS du 07/04/2010)

### Toxicité aiguë

Les principaux effets aigus, observés suite à l'ingestion d'arsenic inorganique, sont typiquement gastro-intestinaux associant nausées, vomissements, hémorragies gastro-intestinales, douleurs abdominales et diarrhées. Des effets sur le système nerveux et la peau peuvent aussi apparaître dans les jours ou les semaines suivant l'exposition.

### Toxicité chronique

#### - Effets systémiques

Par voie orale, les effets chroniques de l'arsenic sont divers et variés : effets sur la peau (hyperkératose et hyperpigmentation, maladie de Bowen), le système respiratoire (toux, rhinorrhées, laryngites), cardiovasculaire (arythmies, péricardites, maladie de Raynaud, « Blackfoot disease » gangrène), neurologique (neuropathies périphériques), gastro-intestinal, sanguin (anémie, leucopénie) et, découvert récemment, un possible impact sur le développement de certains types de diabète. Les effets sur la peau précédemment cités sont les signes les plus précoces traduisant une intoxication par l'arsenic. La grande majorité des informations disponibles, relatives à l'exposition par inhalation à l'arsenic, provient de situations professionnelles (fonderies, mines ou usines de produits chimiques) et rapporte des effets principalement au niveau de l'appareil respiratoire (emphysème, pneumoconiose), du système cardiovasculaire (maladie de Raynaud) et de la peau (hyperkératose et hyperpigmentation), mais aussi au niveau du système nerveux périphérique (neuropathies, diminution de la conduction nerveuse).

#### - Effets cancérogènes

Les principaux cancers liés à une exposition à l'arsenic sont les cancers de la peau, de la vessie, des poumons, des reins et du foie. L'arsenic est clastogène *in vitro* et *in vivo*. Le mécanisme d'action génotoxique implique serait indirect, l'arsenic agissant au niveau de l'apoptose, de la réplication de l'ADN ou des enzymes de réparation, ou en tant qu'analogue du phosphore. Il n'est pas classé par l'Union Européenne.

#### - Effets sur la reproduction et le développement

Ces effets ont été très peu étudiés chez l'homme. Toutefois pour des doses très faibles, avortements spontanés, mortalités fœtale et infantile tardive et faibles poids de naissance ont été mis en évidence ces dernières années. De même, des effets sur le développement intellectuel ont été observés. Chez l'animal, aucun effet sur la reproduction n'est observé ; des effets sur le développement sont principalement mis en évidence par inhalation, avec des pertes post-implantatoires et une diminution du nombre de fœtus viables. Seul l'arséniate de plomb est classé par l'Union Européenne en Catégorie 1 et 3.

### **Classification de l'arsenic :**

- **CIRC** : classé dans le groupe 1 en 1987, cancérogène pour l'homme ;
- **Union européenne** : trioxyde et pentoxyde d'arsenic classés en catégorie 1 en 1998, substances cancérogènes pour l'homme ;
- **US-EPA** : classé A en 1998, cancérogène pour l'homme.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	A seuil	Chronique	Système cardio-vasculaire et système nerveux	Diminution du poids fœtal, retard de croissance intra-utérin et malformation osseuse	Souris	<b>REL = 0.015 µg/m<sup>3</sup></b>	-	<b>OEHHA, 2008</b>
			Poumon	Cancer	Homme	TCA = 1 µg/m <sup>3</sup> (valeur pour des effets cancérigènes non génotoxiques)	10	RIVM, 2001
	Sans seuil		Poumon	Cancer	Homme	ERUi = 4,3 10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1988
						ERUi = 6,1.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	Santé canada 2004
						URF = 3,3.10 <sup>-3</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2005
	Ingestion	A seuil		Peau	Hyperkératose	Homme	<b>MRL / RfD = 0,3 µg/kg/j</b>	3
SNC				Problème de développement neurologique	Homme	<b>REL = 3.5 10<sup>-3</sup> µg/kg.j</b>	3	<b>OEHHA, 2008</b>
Peau				Lésions cutanées	Homme	<b>0,45 µg/kg.j</b>	5	<b>Fobig, 2009</b>
nd				nd	nd	<b>TDI = 10<sup>-3</sup> mg/kg/j</b>	2	<b>RIVM 2001</b>
Sans seuil			Peau	Cancer	Homme	<b>ERU / URF = 1,5 (mg/kg/j)<sup>-1</sup></b>	-	<b>US-EPA, 1988 OEHHA, 2009</b>
						<b>DT<sub>0,05</sub> = 1,8.10<sup>-2</sup> mg/kg/j</b>	-	<b>Santé canada 2004</b>

*Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour l'arsenic*

Le choix de VTR pour l'arsenic a été réalisé par l'INERIS et est présenté dans sa fiche de données environnementales et toxicologiques du 07/04/2010.

## Ø Cadmium

Source documentaire principale : Fiche de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS en cours

### § Toxicité aiguë

Chez l'homme, le système digestif est le premier touché lors d'une intoxication au cadmium. Les symptômes observés sont une gastro-entérite, des vomissements, des diarrhées et des myalgies. L'effet émétique du cadmium explique la faible mortalité par cette voie.

Par inhalation, l'intoxication aiguë sévère conduit à une pneumonie chimique, laquelle débouche sur un décès dans 15-20 % des cas. Les effets observés pendant cette période sont une irritation pulmonaire sévère, accompagnée de dyspnée, cyanose et toux.

Les études chez l'animal permettent de classer les formes chimiques du cadmium par ordre croissant de toxicité : CdS, Cd poudre, CdO, CdS  et CdCl<sub>2</sub>.

### § Toxicité chronique

- Effets systémiques

Chez l'homme, le rein est la principale cible. L'exposition chronique au cadmium entraîne une néphropathie irréversible, pouvant conduire à une insuffisance rénale. L'atteinte fonctionnelle tubulaire rénale apparaît lorsque la concentration en cadmium dans le cortex rénal atteint environ 200 µg.g<sup>-1</sup> de tissu rénal, la capacité de synthèse de la métallothionéine étant dépassée.

Des troubles respiratoires sont rapportés pour des expositions cumulées par inhalation. Ils sont liés aux effets irritants des particules de cadmium. Les atteintes pulmonaires sont des rhinites, bronchites, et emphysèmes. L'altération pulmonaire peut apparaître jusqu'à 20 ans après l'exposition.

Des atteintes du squelette liées à une interférence avec le métabolisme du calcium sont observées lors des expositions aux doses les plus élevées (maladie de « itai-itai »). Cependant la toxicité osseuse est établie également lors d'exposition n'induisant pas de lésions rénales.

Les études chez l'animal confirment les observations chez l'homme. Les effets toxiques du cadmium administré par voie orale au niveau des reins sont observés à des concentrations inférieures à celles induisant des effets pulmonaires en raison d'une plus faible capacité de liaison du cadmium aux métallothionéines rénales.

### Effets cancérigènes

Chez l'homme, plusieurs études de cohorte ou des études cas-témoin ont été menées afin de déterminer le risque de cancers lié à une exposition au cadmium en milieu professionnel. La plupart rapportent des cancers pulmonaires et de la prostate.

Sur la base de ces résultats, l'UE classe le cadmium et ses dérivés dans la catégorie 2 (2004), l'IARC classe le cadmium dans le groupe 1 (1993), et l'US EPA classe le cadmium en catégorie B1 (1987).

Le cadmium élémentaire, le chlorure de cadmium, l'oxyde de cadmium et le sulfure de cadmium ont été classés par l'UE en catégorie 3 pour le caractère génotoxique. Le sulfate de cadmium a été classé en catégorie 2 (2004).

Les études par inhalation pratiquées chez le rat confirment les données rapportées chez l'homme.

L'ingestion de chlorure de cadmium induit une augmentation de l'incidence des leucémies, des tumeurs des cellules interstitielles des testicules et des lésions prolifératives de la prostate chez le rat.

- Effets sur la reproduction et le développement

Les études conduites chez l'homme ne montrent aucun effet sur la fertilité ou sur la fonction endocrine. Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France conclut à un retentissement faible du cadmium sur la fertilité de l'homme.

Chez l'animal, le cadmium traverse la barrière placentaire, c'est un toxique pour le développement. Il induit une diminution du poids des fœtus, ainsi que des effets tératogènes et neurodéveloppementaux.

**Classification du cadmium et de ses composés :**

- **CIRC** : classés dans le groupe 1 en 1993, substances cancérogènes pour l'homme ;
- **Union européenne** : classés en catégorie 2 en 2004, substances devant être considérées comme cancérogènes pour l'homme ;
- **US-EPA** : classé B1 en 1987, cancérogène probable chez l'homme.

Voie exposition	Type d'effet	Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision	
Inhalation	A seuil	Chronique	Rein	Rein : Induction de dysfonctionnement tubulaire	Homme	$VG = 5.10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$	60	OMS, 2000
			Rein et poumon	Troubles rénaux et respiratoires	Homme	REL = 0,02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	OEHHA, 2005
	Sans seuil	Poumon	Cancer	Homme	ERUi = 1,8 $10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-	US-EPA, 1999	
					URF = 4,2 $10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$	-	OEHHA, 2005	
Ingestion (1)	A seuil	Rein	Protéinurie	Homme	MRL = 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	10	ATSDR, 2008	
					DHT = 2.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ soit 3,6 $10^{-1} \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	--	EFSA (2009)	
					DHTP = 7 $10^{-3} \text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ soit 1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ RfD = 1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	10	OMS/JECFA, 2004 US-EPA, 1994	
		Rein	Protéinurie	Homme	REL=0,5 $\mu\text{g}/\text{kg}.\text{j}$	10	RIVM, 2001 OEHHA, 2005	

*Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le cadmium*

Note : (1) Seules les VTR pour une exposition par ingestion via l'alimentation sont rapportées (les VTR pour une exposition via l'eau de boisson ne sont pas utiles, donc pas mentionnées).

Le choix de VTR pour le cadmium a été fait en fonction des informations disponibles dans le document *Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR)*. Mars 2009 de l'INERIS.

## Ø Chrome VI

*Source documentaire principale : Fiche de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS en cours*

**La forme hexavalente du chrome est de loin la plus toxique, par rapport à la forme trivalente, et est donc retenue pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires.**

### § Toxicité aiguë

Chez l'homme, les effets d'une intoxication aiguë par ingestion correspondent à une inflammation massive du tube digestif pouvant être accompagnée de nécroses hépatique et rénale.

L'inhalation de poussières de chrome (VI) peut induire une détresse respiratoire.

Chez l'animal, ces effets ont également été observés. Les effets par ingestion apparaissent plus importants que les effets par inhalation ou par voie cutanée. La forme et la spéciation du chrome joue un rôle dans la toxicité du chrome.

Les CL<sub>50</sub> par inhalation varient entre 33 et 113 mg Cr (VI).m<sup>-3</sup> alors que les DL<sub>50</sub> par ingestion sont comprises, selon l'espèce entre 13 et 91 mg Cr (VI).kg<sup>-1</sup>. Les DL<sub>50</sub> pour la voie cutanée sont comprises entre 380 et 770 mg Cr (VI).kg<sup>-1</sup>.

### § Toxicité chronique

#### - Effets systémiques

Les manifestations toxiques du chrome sont principalement attribuées aux dérivés hexavalents. Chez l'homme, pour la voie respiratoire, les effets sont surtout observés localement au niveau du tractus respiratoire mais aussi au niveau gastro-intestinal, cardiovasculaire, hépatique et hématologique. Les signes rénaux restent équivoques. Par ingestion, les signes apparaissent principalement au niveau du tractus gastro-intestinal. Un effet sensibilisant peut également apparaître après contact avec les dérivés chromés.

Chez l'animal, les résultats complètent ceux retrouvés chez l'homme : les composés hydrosolubles du chrome (VI) sont les plus toxiques aussi bien par ingestion que par inhalation. Les principaux organes cibles sont les reins, le foie, la rate et le tractus respiratoire.

#### - Effets cancérigènes

Le chrome (VI) est classé cancérigène pour l'homme par l'Union Européenne, US-EPA et l'IARC. Il induit des cancers pulmonaires mais également des cancers des os, de l'estomac, de la prostate, des organes génitaux, des reins de la vessie et du sang.

Les résultats chez l'animal confirment les résultats retrouvés chez l'homme

#### - Effets sur la reproduction et le développement

De nombreuses études chez l'homme et l'animal ont montré le caractère génotoxique du chrome (VI). La forme trivalente (III) s'avère être également génotoxique lorsqu'elle trouve dans le milieu intracellulaire mais sa faible capacité de diffusion limite ces capacités.

L'exposition au chrome (VI) provoque une augmentation de l'incidence des complications au cours de la grossesse et au moment de la naissance. Des études sur la qualité du sperme ont également montré des effets sur la morphologie des spermatozoïdes en relation avec la concentration sanguine du chrome (III) et (VI).

Peu d'informations sont disponibles chez l'homme. Chez l'animal, il a été montré que le chrome passe la barrière placentaire et dans le lait maternel. Le chrome (VI) est un fœtotoxique (effets majeurs sur le développement du cerveau et des reins). Des effets sur la fertilité de la femelle ont également été notés pour des expositions au chrome (VI) avant fécondation. Les résultats sur les effets d'une exposition au chrome (III) sont équivoques.

**Classification du chrome :**

- **CIRC** : composés du chrome VI classés dans le groupe 1 en 1990, cancérogènes chez l'homme, et composés du chrome III classés dans le groupe 3 en 1990, ne pouvant être classés pour leur cancérogénicité pour l'homme ;
- **Union européenne** : trioxyde de chrome VI classé en catégorie 1 en 2004, substance cancérogène pour l'homme ;
- **US-EPA** : composés du chrome VI classés A, cancérogènes chez l'homme, en 1998 pour l'exposition par inhalation et classés D, non classifiables quant à la cancérogénicité pour l'homme, en 1998 pour l'exposition par ingestion ; composés du chrome III classés D en 1998

Voie exposition	Type d'effet	Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision	
Inhalation	A seuil	Appareil respiratoire	Chronique	Troubles de la fonction respiratoire	Rat	Particules de chrome VI RfC = 0,1 µg/m <sup>3</sup>	300	US-EPA, 1998
				Atrophie du septum nasal	Homme	Vapeurs de chrome VI RfC = 8.10 <sup>-3</sup> µg/m <sup>3</sup>	90	US-EPA, 1998
				Troubles de la fonction respiratoire	Rat	REL = 0,2 µg/m <sup>3</sup>	100	OEHHA, 2000
	Sans seuil	Appareil respiratoire	Cancer pulmonaire	Homme	ERUi = 1,2.10 <sup>-2</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1998	
					URF = 4,2.10 <sup>-2</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OMS, 2000	
					URF = 1,5.10 <sup>-1</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2005	
Ingestion	A seuil	-	Effets divers	Rat	RfD = 3 µg/kg/j	300	US-EPA, 1998	
	Sans seuil	nd	nd	nd	nd	nd	nd	

*Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le chrome VI*

Le choix de VTR pour le chrome a été fait en fonction des informations disponibles dans le document *Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR)*. Mars 2009 de l'INERIS.

## Ø Manganèse

Source documentaire principale : Fiche de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS en cours

### § Toxicité aiguë

L'exposition aiguë au manganèse, essentiellement par inhalation, est responsable de deux syndromes pulmonaires : fièvre des métaux et pneumonie au manganèse.

La pneumonie au manganèse est caractérisée par une fièvre, une toux, une expectoration visqueuse (miel épais), puis les signes cliniques et radiologiques d'une pneumonie.

Chez l'animal, des effets au niveau des poumons sont aussi observés suite à l'inhalation de dérivés du manganèse : la CL<sub>50</sub>-4 h pour les dérivés organiques (MMT) est de 19 mg de manganèse/m<sup>3</sup>.

Par voie orale, les dérivés du manganèse ont une faible toxicité aiguë. Par voie cutanée, des DL<sub>50</sub> comprises entre 140 à 795 mg.kg<sup>-1</sup> ont été déterminées chez le lapin pour le MMT.

### § Toxicité chronique

#### - Effets systémiques

Les atteintes du système nerveux central (ou manganisme) prédominent lors d'expositions chroniques par inhalation, caractérisées par des signes généraux non spécifiques, des manifestations neurocomportementales psychiques avec altération des fonctions cognitives, des manifestations neurologiques liées à l'atteinte du système extrapyramidal (trouble parkinsonien distinguable de la maladie de Parkinson) parfois appelées Parkinson manganique. Ces signes apparaissent généralement après plusieurs années d'exposition.

Une réponse inflammatoire au niveau des poumons, avec de la toux, des bronchites, des pneumonies, peut aussi être observée pour certains dérivés. Très peu de données sont disponibles concernant les effets après ingestion : l'organisme exerce un fort contrôle homéostatique sur la quantité de manganèse absorbée, protégeant ainsi l'organisme de ces effets toxiques.

Les études expérimentales par inhalation n'ont pas mis en évidence d'effets neurologiques similaires à ceux observés chez l'homme. Par voie orale, des effets sont observés au niveau de l'estomac, du sang et de la thyroïde. Suite à un contact cutané prolongé, la peau s'affine et présente un aspect noir métallique.

#### - Effets cancérigènes

Aucune donnée n'est disponible chez l'homme. Chez l'animal, des adénomes des cellules folliculaires et des hyperplasies du pré-estomac sont observées suite à l'ingestion de sulfate de Mn.

Le dioxyde de manganèse et le sulfate de manganèse ont été examinés mais ne font pas l'objet de classification par l'Union Européenne. Le manganèse appartient à la classe D de l'US EPA (substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme).

Le caractère mutagène du dioxyde de manganèse et du sulfate de manganèse a été examiné mais n'a pas fait l'objet de classification par l'Union Européenne.

- Effets sur la reproduction et le développement

Chez l'homme, une altération de la fertilité (diminution du nombre d'enfants par couples mariés) a été mise en évidence. Chez l'animal, le manganèse occasionne des lésions des testicules, pouvant conduire à la stérilité.

Une augmentation des pertes post implantation, un retard de développement du squelette et des organes internes, ainsi que des malformations externes ont été observés chez des rats exposés à du chlorure de manganèse par gavage pendant la gestation. Une augmentation de la mortalité fœtale a été observée chez des souris.

Le dioxyde de manganèse et le sulfate de manganèse ont été examinés mais ne font pas l'objet de classification par l'Union Européenne.

**Classification du manganèse :**

- **CIRC** : non classé ;
- **Union européenne** : non classé ;
- **US-EPA** : classé D, non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme, en 1998.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	A seuil	Chronique	Système nerveux central	Troubles neurocomportementaux	Homme	MRL = 0,04 µg/m <sup>3</sup>	500	ATSDR, 2010
						RfC = 0,05 µg/m <sup>3</sup>	1 000	US-EPA, 1993
						VG = 0,15 µg/m <sup>3</sup>	50	OMS, 2000
						REL = 0,09 µg/m <sup>3</sup>	300	OEHHA, 2008
Ingestion	A seuil		Système nerveux central	Fatigue, tremblement	Homme	<b>TDI = 140 µg/kg/j</b>	<b>1</b>	<b>US-EPA, 1996</b>
						DJA = 60 µg/kg.j	3	OMS, 2006

*Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le manganèse*

Le choix de VTR pour le manganèse a été fait selon la démarche recommandée par la circulaire n°DGS/SD7B/2006/234 de la Direction Générale de la Santé (2006) indiquant une hiérarchisation entre les différentes bases de données.

## Ø Mercure

Source documentaire principale : Fiche toxicologique et environnementale de l'INERIS du 20/09/2010

- Données toxicologiques

### **Toxicité aiguë**

Chez l'homme, l'exposition unique à de fortes concentrations en mercure élémentaire peut provoquer des céphalées, des convulsions, un électroencéphalogramme anormal, et des troubles respiratoires, pouvant conduire à la mort par asphyxie. L'intoxication aiguë par les sels de mercures inorganiques se traduit surtout par un choc hémodynamique, ainsi que par des insuffisances cardio-vasculaires et rénales, des dommages gastro-intestinaux pouvant aller jusqu'à la mort ainsi que des effets respiratoires (œdème pulmonaire). Le mercure sous forme de sels organiques peut également provoquer la mort. Les mêmes organes cibles sont observés chez l'animal.

### **Toxicité chronique**

#### - Effets systémiques

Chez l'homme, les deux principaux organes cibles du mercure élémentaire et du mercure inorganique sont le système nerveux central et le rein. Ainsi, les principaux symptômes d'hydrargyrisme chronique (intoxication par le mercure) sont d'ordre neurologique comme des troubles de la psychomotricité, des troubles cognitifs et des modifications de la personnalité (comme de l'irritabilité, de l'anxiété). Le mercure atteint également les reins (lésions glomérulaires et tubulaires) et induit une protéinurie. Enfin, il est également observé des troubles cardiovasculaires (tachycardie, hypertension artérielle), respiratoires, hépatiques et immunologiques. Le mercure organique atteint essentiellement le cerveau, avec des paresthésies, un malaise général, des modifications et des troubles sensoriels. Le méthylmercure induit la maladie de Minamata avec l'apparition de troubles neurologiques sévères. Le mercure organique provoque également des atteintes rénales. Les mêmes observations sont faites chez l'animal, et les organes cibles sont les mêmes.

#### - Effets cancérigènes

Les résultats contradictoires, concernant la cancérogénèse du mercure et de ses composés, ne permettent pas de statuer sur son caractère cancérigène, ce qui explique l'absence de classification européenne.

#### - Effets génotoxiques

Chez l'animal, un potentiel génotoxique du chlorure mercurique a été mis en évidence, mais pas suffisant pour conclure à son caractère génotoxique chez l'homme, ce qui a conduit à sa classification en catégorie 3 par l'Union Européenne.

#### - Effets sur la reproduction et le développement

Il a clairement été montré un effet reprotoxique du mercure et du méthylmercure. En effet chez l'homme une exposition au mercure peut provoquer des avortements spontanés et des malformations (tératogénicité). Des troubles neurocomportementaux peuvent apparaître.

### Classification du mercure :

- **CIRC** : mercure métallique et composés inorganiques classés dans le groupe 3 (chez l'homme) et méthylmercure classé dans le groupe 2B (cancérogène possible chez l'homme) en 1993 ;
- **Union européenne** : ;
- **US-EPA** : mercure élémentaire classé D, non classifiable quant à la cancérogénicité pour l'homme, en 1998 ; chlorure mercurique et méthylmercure classés C (cancérogènes possibles chez l'homme).

- Choix de VTR

En première approche, ne connaissant pas les formes du mercure en présence, **on considère les formes chimiques les plus défavorables en termes d'exposition humaine, à savoir le mercure élémentaire pour l'inhalation et le méthylmercure (mercure organique) pour l'ingestion.** Seules les VTR de ces formes chimiques sont rapportées.

L'INERIS a fait le choix de plusieurs VTR parmi celles proposées par les différents organismes internationaux.

Voie exposition	Type d'effet	Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision	
<b>Inhalation</b> <u>Mercurure 0</u>	<b>A Seuil</b>	<b>Chronique</b>	Système nerveux	Troubles neurologiques	Homme	MRL = 0,2 µg/m <sup>3</sup>	30	ATSDR, 2001
						RfC = 0,3 µg/m <sup>3</sup>	30	US-EPA, 1995
						VG = 1 µg/m <sup>3</sup>	20	OMS, 2000
						TCA = 0,2 µg/m <sup>3</sup>	30	RIVM, 2000
						REL = 0,03 µg/m <sup>3</sup>	100	OEHHA, 2008
<b>Ingestion</b> <u>Méthyl-mercure</u>	<b>A seuil</b>	Système nerveux	Troubles neurologiques	Homme	MRL = 0,3 µg/kg/j	4,5	ATSDR, 2001	
					<b>RfD = 0,1 µg/kg/j</b>	<b>10</b>	<b>US-EPA, 2001</b>	
					TDI = 0,1 µg/kg/j	10	RIVM, 2001	
					DJT = 0,2 µg/kg/j	-	OMS/JECFA, 2006	

Le choix de VTR pour le mercure a été réalisé par l'INERIS et est présenté dans sa fiche de données environnementales et toxicologiques du 20/09/2010.

### **Mercurure élémentaire :**

#### Voie d'exposition inhalation

Les VTR élaborées par les différents organismes, excepté l'OMS, se basent toutes sur les mêmes études, les mêmes effets et les mêmes LOAEC de départ. Les seules différences se situent au niveau des facteurs de sécurité choisis et de la prise en compte ou non du volume d'air inhalé dans la détermination de la

LOAEC ajustée à une exposition continue. Les VTR calculées sont donc de 0,2 ou 0,3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  selon le mode de calcul et de 0,03  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ . L'US EPA et l'OEHHA tiennent compte du volume d'air inhalé. L'US EPA a ajouté un facteur 3 pour le manque de données et un facteur 3 pour la variabilité inter-individuelle. L'OEHHA applique un facteur 10 pour l'extrapolation d'une LOAEC à une NOAEC, ce qui est pénalisant, par rapport au facteur 3 utilisé par l'US EPA. Par contre l'OEHHA applique un facteur 10 pour la plus grande sensibilité des enfants et un facteur de 3 pour la variabilité inter-individuelle.

Même si l'OEHHA propose une VTR très pénalisante (ceci dû au facteur 10 pour la LOAEC), elle semble plus pertinente que celle de l'US EPA parce qu'elle tient compte de la sous-population sensible que sont les enfants.

De plus, le mercure n'étant pas un élément constitutif normal chez l'homme, et devant être le moins possible présent dans l'environnement, la valeur la plus faible est retenue. VTR chronique à retenir pour les vapeurs de mercure métallique, pour la voie respiratoire (VTR à seuil) :

$$\text{REL} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ mg Hg}\cdot\text{m}^{-3}.$$

## **Mercure organique**

### Voie d'exposition orale

Les VTR élaborées par les différents organismes se basent toutes sur les mêmes études épidémiologiques, les mêmes effets et les mêmes LOAEL de départ. Toutefois, seul l'US EPA tient compte des résultats des 3 études afin de déterminer une BML05 intégrant donc l'ensemble des résultats.

C'est pourquoi il est préconisé de la retenir comme VTR, d'autant plus qu'elle s'avère la plus sécuritaire des VTR disponibles.

VTR chronique à retenir dans le calcul d'impact pour le méthylmercure, pour la voie orale (VTR à seuil) :

$$\text{RfD} = 0,1 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}.$$

## Ø Nickel

Source documentaire principale : fiche de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS en cours

### § Toxicité aiguë

Chez l'homme, la toxicité aiguë par inhalation du nickel tétracarbonyl est caractérisée par des effets essentiellement pulmonaires, des céphalées et des troubles gastro-intestinaux. Pour de fortes doses, un syndrome de détresse respiratoire peut entraîner la mort. La toxicité aiguë par voie orale du sulfate et du chlorure de nickel se manifeste par des troubles digestifs, des céphalées et pour de fortes doses, un décès par arrêt cardiaque peut survenir. Pour des expositions par contact cutané, de faibles doses de nickel induisent une dermatite de contact, dont la sévérité dépend de l'intensité de l'exposition.

Chez l'animal, pour une exposition par inhalation au nickel tétracarbonyl, les CL<sub>50</sub> sont comprises entre 0,067 et 0,24 mg.L<sup>-1</sup>. Pour une exposition par voie orale, les DL<sub>50</sub> sont comprises entre 39 et 3930 mg.kg<sup>-1</sup> selon les dérivés.

### § Toxicité chronique

#### - Effets systémiques

Chez l'homme, pour une exposition par inhalation, le nickel induit des effets pulmonaires (bronchite chronique, emphysème, asthme), une atteinte rénale (dysfonction tubulaire) et des effets sur le système immunitaire (augmentation des IgG, IgA, IgM, diminution des IgE). Par voie orale, de faibles concentrations pourraient avoir un effet désensibilisant. L'exposition par contact cutané au nickel entraîne une allergie de contact.

Chez l'animal, l'exposition par inhalation au nickel entraîne des effets pulmonaires (inflammation, fibrose, bronchite, pneumonie, emphysème), une atrophie de l'épithélium olfactif, une infiltration des macrophages alvéolaires, une hyperplasie des ganglions lymphatiques bronchiques et de la médullosurrénale. La toxicité par voie orale est caractérisée par des effets pulmonaires (pneumonie, emphysème), des effets rénaux (polyurie), des effets hématologiques (diminution de l'hématocrite), et une diminution du gain de poids. Pour une exposition par contact cutané, le nickel induit une déformation de l'épiderme et du derme, une hyperkératinisation et une atrophie de l'épiderme.

#### - Effets cancérigènes

Chez l'homme, le nickel induit une augmentation de l'incidence des cancers du poumon et des fosses nasales. Ces cancers sont principalement liés à des expositions à des composés peu solubles du nickel, mais une augmentation du potentiel cancérigène par interaction avec d'autres composés solubles est suspectée.

Chez l'animal, le nickel induit une augmentation de l'incidence des tumeurs pulmonaires (adénomes, adénocarcinomes, épithélioma spinocellulaires, fibrosarcomes) ainsi que des phéochromocytomes malins et bénins de la médullosurrénale.

Le nickel et la majorité de ses dérivés sont classés cancérigènes par l'Union Européenne, l'US EPA et le CIRC. En ce qui concerne le caractère génotoxique, la plupart des dérivés sont classés par l'Union Européenne dans la catégorie 3.

- Effets sur la reproduction et le développement

Chez l'homme, aucune étude par voie orale ou cutanée n'est disponible. Par inhalation, d'après une étude épidémiologique chez des femmes employées dans une raffinerie de nickel, le sulfate de nickel entraîne une augmentation du taux d'avortements spontanés et du taux de malformations (notamment du système cardiovasculaire et musculosquelettique).

Chez l'animal, l'exposition par inhalation à du monoxyde de nickel entraîne une diminution du poids fœtal. Par voie orale, une augmentation du nombre d'avortements spontanés et du nombre de petits morts nés a été constatée après administration de chlorure de nickel.

Le dichlorure, le sulfate de nickel et le nickel tétracarbonyl sont classés toxiques pour la reproduction et le développement de catégorie 2 par l'Union Européenne.

**Classification du nickel :**

- **CIRC** : composés du nickel classés dans le groupe 1, cancérigènes chez l'homme, par inhalation en 1990 et nickel métal classé dans le groupe 2B, cancérigène probable chez l'homme, en 1990 ;
- **Union européenne** : monoxyde de nickel, dioxyde de nickel et trioxyde de di-nickel classés en catégorie 1, cancérigènes pour l'homme en 2001. Le nickel métal est classé en catégorie 3 depuis 1993, substance préoccupante pour ses effets cancérigènes possibles ;
- **US-EPA** : poussières de raffinage et sous-sulfure de nickel ( $\text{Ni}_3\text{S}_2$ ) classés A, cancérigènes pour l'homme en 1991.

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision	
Inhalation	A seuil	Chronique	Appareil respiratoire	Atteinte des épithéliums	Rat	<b>MRL = 0,09 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>30</b>	<b>ATSDR, 2005</b>	
						TCA = 0,05 µg/m <sup>3</sup>	100	RIVM, 2000	
						REL = 0,05 µg/m <sup>3</sup>	30	OEHHA, 2005	
	Sans seuil		Appareil respiratoire (poumon)	Cancer	Homme	Lapin	Monoxyde de nickel : TCA = 0,02 µg/m <sup>3</sup>	1 000	Santé Canada, 1994
							<b>ERUi = 3,8.10<sup>-4</sup> (µg/m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup></b>	-	<b>OMS, 2000</b>
							ERUi = 2,4.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	US-EPA, 1991 (1)
						ERUi = 2,6.10 <sup>-4</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2005	
Ingestion (2)	A seuil			Perte de poids	Rat	<b>RfD = 20 µg/kg/j</b>	<b>300</b>	<b>US-EPA, 1996</b>	
						TDI = 50 µg/kg/j	100	RIVM, 2000	
						TDI = 12.10 <sup>-3</sup> mg/kg/j	nd	OMS, 2006	
						5.10 <sup>-2</sup> mg/kg/j	300	OEHHA, 2005	

*Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le nickel*

Notes : (1) La VTR sans seuil pour le di-sulfure de nickel n'est pas rapportée, car le nickel émis par l'incinérateur n'est pas sous cette forme.

(2) Seules les VTR pour une exposition par ingestion via l'alimentation sont rapportées (la VTR pour une exposition via l'eau de boisson proposée par l'OMS/JECFA n'est ainsi pas examinée).

Le choix de VTR pour le nickel a été fait en fonction des informations disponibles dans le document *Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR)*. Mars 2009 de l'INERIS.

## Ø Plomb

Source documentaire principale : fiche de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS en cours

### § Toxicité aiguë

Chez l'homme, l'intoxication aiguë au plomb se traduit par des troubles digestifs, des atteintes rénale (atteinte tubulaire) et hépatique, des effets sur le système nerveux central ainsi qu'une perturbation de la synthèse de l'hème. Chez les animaux, les mêmes effets sont observés.

### § Toxicité chronique

- Effets systémiques

Chez l'homme, les principaux effets systémiques sont observés au niveau du système nerveux central et périphérique (encéphalopathie, neuropathies périphériques, troubles mentaux organiques). Une anémie microcytaire hypochrome est aussi observée, de même que des atteintes rénales (néphropathie tubulaire proximale, fibrose interstitielle et atrophie tubulaire, insuffisance rénale avec sclérose glomérulaire), une augmentation de la pression artérielle, des effets sur la thyroïde, le système immunitaire ou la croissance des os chez les enfants. Les études réalisées chez les animaux concordent avec les observations réalisées chez l'homme.

- Effets cancérigènes

L'exposition professionnelle pourrait être associée à un risque accru de cancers des poumons, de l'estomac ou des reins. La classification (CIRC probablement cancérogène) du pouvoir cancérogène du plomb et de ses composés repose essentiellement sur les résultats des études expérimentales et plus spécifiquement lors d'expositions aux composés inorganiques, à l'acétate de plomb, au sous acétate de plomb, au chromate de plomb et au phosphate de plomb. Les composés d'oxyde de plomb, d'arséniate de plomb, la poudre de plomb et le tétraéthyle de plomb n'induisent pas d'effet cancérigène chez l'animal.

- Effets sur la reproduction et le développement

Les données disponibles suggèrent un lien entre une plombémie élevée et la survenue d'avortements, d'accouchements avant terme mais aussi d'altérations du sperme. L'exposition des femmes enceintes à de faibles doses de plomb ou des nouveau-nés est à l'origine de malformations mineures et d'un ralentissement de la croissance et du développement psychomoteur. Le plomb peut altérer la capacité de reproduction masculine. De plus, un retard dans la maturation sexuelle a été mis en évidence chez l'animal.

**Classification du plomb :**

- **CIRC** : plomb et dérivés inorganiques classés dans le groupe 2B (cancérogène possible chez l'homme) en 1980, chromates et arséniates de plomb cancérogènes certains (1987) et dérivés organiques ne pouvant être classés ;
- **Union européenne** : catégorie 3 (informations insuffisantes), à l'exception de l'arséniate de plomb (catégorie 1) ;
- **US-EPA** : classé B2 en 1993 (cancérogène probable chez l'homme).

Voie exposition	Type d'effet		Organe / système cible	Effet(s) observé(s)	Espèce	VTR (unité)	Facteur d'incertitude	Référence, année révision
Inhalation	A seuil	Chronique	-	Plombémie	Homme	<b>VG = 0,5 µg/m<sup>3</sup></b>	-	<b>OMS, 2000</b>
	Sans seuil		Divers	Tumeurs	Rat	URF = 1,2.10 <sup>-5</sup> (µg/m <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2002
Ingestion (1)	A seuil		Système nerveux central	Baisse du QI	Homme	<b>TDI = 3,5 µg/kg/j Provisoire</b>	<b>30</b>	<b>OMS/JECFA, 1996 RIVM, 2000</b>
	Sans seuil			Tumeurs	Rat	URF = 8,5.10 <sup>-3</sup> (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	-	OEHHA, 2002

***Valeurs toxicologiques de référence disponibles pour le plomb***

**Note :** (1) Seules les VTR pour le plomb inorganique et pour une exposition via l'alimentation sont rapportées (les VTR pour une exposition via l'eau de boisson ne sont pas mentionnées, ni celles pour le tétraéthyle de plomb qui n'est pas la forme chimique en présence).

Le choix de VTR pour le plomb a été fait en fonction des informations disponibles dans le document *Point sur les valeurs toxicologiques de référence (VTR)*. Mars 2009 de l'INERIS.

## Ø Dioxines (PCDD)

Source documentaire principale : Fiche de données environnementales et toxicologiques de l'INERIS en cours

### § Toxicité aiguë

**Chez l'homme**, la chloracné est l'effet dermatologique le plus largement connu, elle peut persister quelques années après l'exposition ou disparaître dès l'arrêt de l'exposition. D'autres effets dermatologiques peuvent survenir tels qu'une irritation oculaire ou des conjonctivites, une blépharite, des kystes palpébraux, une hyperpigmentation et un hirsutisme. Des effets hépatiques ont également été observés.

**Chez l'animal**, la toxicité de la 2,3,7,8-TCDD a été démontrée expérimentalement sur de nombreuses espèces animales. La mortalité est le plus souvent retardée de quelques jours à quelques semaines. Les  $DL_{50}$  varient entre  $0,6 \mu\text{g.kg}^{-1}$  (pour le cobaye Hartley) et  $5\,051 \mu\text{g.kg}^{-1}$  (pour le hamster syrien). Les principaux effets observés sont des lésions cutanées, des effets immunotoxiques, des altérations des fonctions hépatiques, des altérations hématologiques et des effets sur les organes reproducteurs et la thyroïde. Au niveau cellulaire, une altération de l'activité de prolifération et de l'état de différenciation des cellules épithéliales a été observée.

### § Toxicité chronique

- Effets systémiques

**Chez l'homme**, des cas de chloracné et des effets hépatiques sont liés à une exposition chronique aux PCDDs. Des effets neuropsychiques, thyroïdiens, un excès de mortalité par maladies coronariennes peuvent également être rapportés.

**Chez le rat**, une exposition durant deux ans, entraîne une augmentation de la mortalité, un amaigrissement, une augmentation de l'excrétion des porphyrines et de l'acide delta aminolévulinique urinaires, une augmentation de l'activité sérique d'enzymes hépatiques ainsi que des changements histopathologiques au niveau du foie, des tissus lymphoïdes, pulmonaires et vasculaires et une prolifération du réticulum endoplasmique granuleux dans le foie. Une autre étude révèle une dermatite et une amyloïdose dose-dépendantes.

- Effets cancérigènes

**Chez l'homme**, dans toutes les études de cohortes industrielles des excès de risques faibles pour tous les cancers combinés ont été trouvés. Les études ne mettent pas en évidence un net excès de risque pour un cancer particulier.

**Chez l'animal**, des études de cancérogénèse réalisées chez des rongeurs, montrent que le foie est la principale cible du cancer, mais d'autres sites comme la thyroïde, les poumons, ou la cavité orale peuvent être concernés. L'incidence moyenne des tumeurs est de 50 % et fait apparaître de fortes différences de sensibilité suivant le sexe. A la dose de  $0,001 \mu\text{g.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ , il n'y a pas d'augmentation de la fréquence de nodules ou de tumeurs du foie chez les rats ou les souris.

Les substances n'ont pas fait l'objet d'un examen par l'Union Européenne, l'IARC classe le 2,3,7,8-TCDD dans le groupe 1 et les autres PCDD dans le groupe 3, l'US EPA avait classé la 2,3,7,8-TCDD en classe A mais elle n'est plus répertoriée dans US EPA (IRIS) (mars 2004). Elle est en cours de réévaluation par l'US EPA.

**Concernant le caractère génotoxique**, les substances n'ont pas fait l'objet d'un examen par l'Union Européenne. La 2,3,7,8-TCDD n'est pas mutagène et n'induit pas directement de lésions sur l'ADN.

- Effets sur la reproduction et le développement

**Chez l'homme**, l'exposition aux PCDD entraîne une diminution de la fertilité (anomalie du sperme, perturbation du taux de testostérone chez les hommes, endométriose chez les femmes). Une diminution du poids de naissance est également observée. L'effet tératogène n'est pas formellement démontré, toutefois, il semble y avoir une tendance à une augmentation du nombre de cardiopathies congénitales et de spina bifida. Une modification du sex-ratio (en faveur des filles), pourrait être le résultat de forts niveaux d'imprégnation des mères au moment de la puberté. Quant au mécanisme, les auteurs évoquent un rapport avec la durée de transit des spermatozoïdes dans l'épididyme, elle-même sous l'influence des hormones sexuelles. Des anomalies de la thyroïde et de la coagulation sont observées chez les enfants.

**Chez l'animal**, l'exposition aux PCDD entraîne une diminution de l'activité sexuelle. Une réduction de la fertilité de la rate et de la souris femelle, ainsi qu'une augmentation des endométrioses chez les rongeurs et le grand singe sont observées. Chez le mâle, ni sa fertilité, ni la croissance de sa descendance ne sont altérées, malgré une diminution du nombre de spermatozoïdes par éjaculat. Des effets sur la fertilité, des diminution des portées, la résorption des fœtus ont été observés à 0,1 et 0,01  $\mu\text{g}$  de 2,3,7,8-TCDD.kg<sup>-1</sup>.j<sup>-1</sup> mais pas à 0,001  $\mu\text{g}$ . Le pourcentage de perte fœtale précoce augmente avec la dose administrée à la mère. Les dioxines ne semblent pas induire de tératogénicité spécifique. Certaines études ont montré des modifications des fonctions d'apprentissage chez le singe et le rat.

**Les substances n'ont pas fait l'objet d'un examen par l'Union Européenne.**

**Classification des dioxines/furanes :**

- **CIRC** : 2,3,7,8-TCDD classée dans le groupe 1 (cancérogène chez l'homme) en 1997, les autres congénères étant dans le groupe 3 (inclassables) ;
- **Union européenne** : non classées ;
- **US-EPA** : en cours de ré-évaluation.

**Remarque relative aux VTR pour les dioxines et furanes**

L'OMS considère que les cancérogènes non génotoxiques comme les dioxines ont un mécanisme d'action toxique identique aux substances non cancérogènes, c'est à dire avec un seuil d'effet. L'US-EPA, dans un rapport provisoire [US-EPA, 2000], considère une approche sans seuil pour tous les cancérogènes : cela explique la différence d'approche entre les deux organismes pour les dioxines qui sont des cancérogènes non génotoxiques.

La valeur de l'OMS est officielle à ce jour et a été reprise par le CSHPF. Elle est retenue dans cette étude :  $1.10^{-9} \text{ mg.kg}^{-1}.\text{j}^{-1}$ .

**Remarque relative à la notion d'équivalent toxique**

A l'heure actuelle, **il existe deux référentiels de facteurs d'équivalence toxique** en référence à la toxicité de la 2,3,7,8-TCDD : celui du NATO/CCMS, sur la base duquel est construit l'indice international (I-TEQ, International Toxic Equivalent) et celui de l'OMS [OMS, 1998]. Ce dernier intègre, en plus des 7 PCDD et des 10 PCDF considérés dans le NATO/CCMS, 13 congénères PCB (par convention, on parlera de TEQ-OMS<sub>98</sub>). Les mesures de dioxines à la cheminée de l'incinérateur sont exprimées, conformément à la réglementation en vigueur, par rapport au référentiel international NATO/CCMS. De plus, l'étude d'exposition de la population française aux dioxines réalisée par l'AFSSA a également initialement choisi d'utiliser ce référentiel. Aussi, pour assurer la cohérence de l'étude et pouvoir réaliser des comparaisons, seuls les équivalents toxiques du référentiel NATO/CCMS sont utilisés. Les concentrations mesurées seront donc exprimées en I-TEQ en fonction des FET attribués aux 17 congénères PCDD et PCDF considérés comme toxiques.

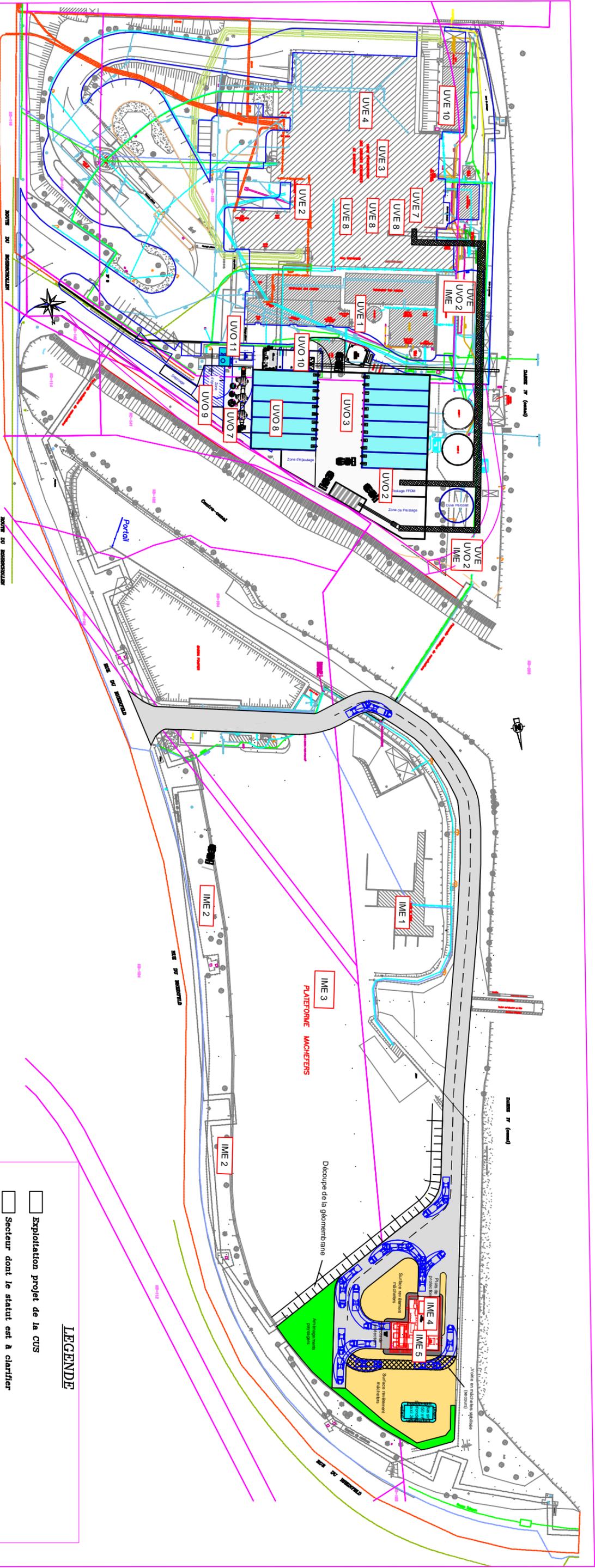


## ***Annexe 2 : Cartes et documents de références***

### Copies des documents suivants :

- [INGEVALOR/PÖYRY, 2012] Tableau des rejets atmosphériques - complément nouvelle implantation - Version PÖYRY reçue le 24/04/2012
- [PÖYRY, 2012a ;c] : Etude d'implantation des installation de méthanisation sur la zone dechetterie Références POY-AA-00-30-002-A-INF et POY-AA-00-30-003-A-INF





**LEGENDE**

- |  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | Exploitation projet de la CUS          |  | Borne, Boulon, Croix, Limite de propriété |
|  | Secteur dont le statut est à clarifier |  | Limite Parcellaire                        |
|  | Regard de Canalisation                 |  | Limite Intercommunale                     |
|  | Bouche d'Incendie                      |  | Limite de section                         |
|  | Robinet Vanne (Eau)                    |  | Grillage                                  |
|  | Robinet Vanne (Gaz)                    |  | Mur                                       |
|  | Grille d'égout                         |  | Mur de soutènement                        |
|  | Hydrant                                |  | Repère de nivellement                     |
|  | Poteau Téléphonique                    |  | Arbre, Résineux                           |
|  | Regards (plaque double)                |  | Hale                                      |
|  | Regards (résaux divers)                |  | Talus                                     |
|  | Panneaux de signalisation              |  | Lampadaires                               |
|  | Feux tricolores                        |  |   |
|  | Poteau Electrique                      |  |   |
|  | Armoires Electriques                   |  |   |



Plan N° : POY-AA-00-30-002-A-INF  
 Date : 20/03/2012  
 Ech. : 1/1500

**MAITRE D'OUVRAGE SENERVAL**  
 IMPLANTATION METHANISATION  
 SUR ZONE DECHETTERIE  
 ETUDE D'IMPLANTATION





COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaires	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence concentrations	Polluants à mesurer en sus	Concentrations (référence)
UVE1	Cheminée UIOM	Canalisé / Fumées d'incinération	<p>Dans le cadre du projet, l'UIOM de Strasbourg est équipée de 3 lignes d'incinération identiques dimensionnées pour une capacité nominale unitaire de 11 t/h (PCI évoluant selon les saisons de 8 790 à 9 628 kJ/kg - 2 100 à 2 300 kcal/kg).</p> <p>Chaque ligne d'incinération est suivie par un traitement des fumées de type humide (traitement des gaz acides et SOx) complété par un traitement catalytique type SCR (traitement des NOx, dioxines et furannes) avant rejet. L'UIOM rejette donc des fumées épurées à l'atmosphère (cheminée).</p> <p>La cheminée comprend 3 conduits distincts de rejet des fumées ; 1 conduit de rejet par ligne.</p> <p>Les concentrations sont exprimées aux conditions normalisées à 11 % d'O<sub>2</sub> sur gaz sec. Les flux sont donnés dans le document 10-044 DAE C 0222</p>	<p>Hauteur cheminée (m) : 84,7</p> <p>Diamètre cheminée au débouché (m) : 1,5</p> <p>Vitesse d'éjection au débouché (m/s) : 17,9</p> <p>Débit (Nm<sup>3</sup><sub>hum</sub>/h) : 73 200</p> <p>Débit (Nm<sup>3</sup><sub>sec</sub>/h) : 58 985</p> <p>Température d'émission (°C) : 150</p> <p>Humidité des fumées (%) : 19,4</p> <p>Teneur en O<sub>2</sub> des fumées (%) : 11,7</p> <p>Durée de fonctionnement (h/an) : 8 200</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poussières</li> <li>• Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Acide chlorhydrique (HCl)</li> <li>• Acide fluorhydrique (HF)</li> <li>• Composés Organiques Total (COT)</li> <li>• Ammoniac (NH<sub>3</sub>)</li> <li>• Métaux (Cd + Ti)</li> <li>• Métaux (Hg)</li> <li>• Métaux (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V)</li> <li>• Dioxines et furannes</li> </ul>	Arrêté d'autorisation d'exploiter l'UIOM en date du 22/06/06		<p>A 11% d'O<sub>2</sub>/sec :</p> <p>Poussières 10 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>SO<sub>2</sub> 50 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>NOx 80 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>CO 50 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>HCl 10 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>HF 1 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>COT 10 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>NH<sub>3</sub> 30 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>(Cd + Ti) 0,05 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>Hg 0,05 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>(Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V) 0,5 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>Diox. &amp; furan. 0,1 TEQ ng/Nm<sup>3</sup></p>
UVE2	Groupe électrogène de secours UIOM	Canalisé / Fumées combustion FOD	<p>Les groupes électrogènes de secours (au nombre de deux) seront utilisés uniquement pour assurer en cas de nécessité (coupure générale d'électricité) la mise en sécurité des installations (mise à l'arrêt).</p> <p>Une mise en route mensuelle est prévue pour des essais à mi-charge d'une durée de 15 minutes environ. Ces équipements fonctionneront très occasionnellement.</p>	Durée de fonctionnement : 0,25 h/mois				
UVE3	Fosse de réception des déchets ménagers usine	Surfacique / confiné / Sans combustion	<p>La fosse de réception OM usine correspond à la fosse de réception des déchets à l'entrée de l'UIOM (ordures ménagères et DIB) ainsi que des retours d'affinat FFOM, des digestats et des broyats d'encombrants.</p> <p>Le déversement des déchets dans la fosse et leur stockage en attente de traitement conduit (comme dans les cas de mise en ISDND), à une dégradation biologique. Les émissions diffuses peuvent être des émanations de composés gazeux (gaz carbonique, vapeur d'eau, ammoniac, méthane, hydrocarbures divers, produits soufrés...) ou des poussières produites lors du déchargement des véhicules de livraison ou dans la fosse de stockage (brassage grappins).</p> <p>Afin de ne pas diffuser ces émissions vers l'extérieur, le quai de déchargement et la fosse de réception des déchets sont situés dans un hall commun couvert, fermé et mis en dépression par les ventilateurs d'air de combustion des trois lignes d'incinération qui assurent le renouvellement de l'air du hall. Le hall est équipé de portes roulantes automatique à ouverture / fermeture rapide par boucle magnétique. Ces portes sont maintenues fermées en dehors des arrivées des camions et de toute intervention nécessitant leur ouverture.</p>	Pas de rejet atmosphérique.				
UVE4	Quai de déchargement des déchets ménagers	Diffus confiné / Sans combustion	Voir « Fosse de réception OM usine » ci-avant.	Pas de rejet atmosphérique.				

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaires	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence concentrations	Polluants à mesurer en sus	Concentrations (référence)
UVE7	Unité de Tri Mécanique (Procédé de tri / séparation mécanique des FFOM)	Diffus confiné / Sans combustion	<p>Les émissions diffuses au niveau des installations de l'unité de tri mécanique (fonctionnement 24h/24 et 7j/7) peuvent être des émanations de composés gazeux dégradés biologiquement (gaz carbonique, vapeur d'eau, ammoniac, méthane, hydrocarbures divers, produits soufrés...) ou des poussières produites lors du déchargement de l'unité ou du criblage des déchets.</p> <p>L'unité de tri mécanique est située dans le hall des 3 lignes four/chaudière qui est un hall couvert et fermé. Les équipements de l'installation de tri (trommel et transporteurs associés) seront confinés et hermétique (capotage) et mis en dépression par un groupe de ventilation pour éviter toute émission vers l'extérieur. Le refoulement de cette ventilation sera utilisé comme air de combustion des 3 ensembles four/chaudière.</p>					
UVE8	Canaux mâchefers UIOM	Diffus confiné / Sans combustion	<p>En sortie du foyer, les mâchefers chauds sont recueillis dans un canal (extracteur) rempli d'eau et sont ainsi refroidis.</p> <p>Chaque canal comporte un volume important d'eau et il est très largement dimensionné pour éviter le dégagement de vapeur par évaporation de l'eau.</p> <p>Les canaux mâchefers sont situés dans une enceinte fermée pour éviter toute diffusion vers l'extérieur.</p>	<p>Nous ne disposons pas actuellement de mesure des émissions d'un canal.</p> <p>En première approche, il nous semble que l'on peut considérer que ce rejet est composé uniquement de vapeur d'eau.</p>				
UVE9	Fosse de stockage mâchefers UIOM	Diffus confiné / Sans combustion	<p>En sortie des canaux, les mâchefers refroidis et humides sont stockés dans une fosse commune aux lignes d'incinération.</p> <p>La fosse est située dans un hall couvert et maintenu fermé (portes du hall de chargement mâchefers fermées en dehors des arrivées des camions et de toute intervention nécessitant leur ouverture)</p>	<p>Nous ne disposons pas actuellement de mesure des émissions d'un canal.</p> <p>En première approche, il nous semble que l'on peut considérer que ce rejet est composé uniquement de vapeur d'eau.</p>				
UVE10	Tour hydro-condenseur UIOM	Surfacique / Sans combustion	<p>Cette tour, implantée en extérieur, est utilisée pour condenser la vapeur issue des installations de valorisation énergétique.</p> <p>Cette tour est contrôlée en continu (taux de chlore et pH) par l'intermédiaire d'appareils redondants et reliés au SNCC (en salle de commande).</p> <p>Afin de satisfaire à la prévention des risques que peut engendrer une telle installation, différents traitements sont mis en place :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antitartre / anticorrosion / dispersant des sels</li> <li>• Biodispersant</li> <li>• Biocide de synthèse (ayant une action reconnue contre la légionnelle)</li> <li>• Antimousse</li> <li>• Biocide oxydants</li> <li>• Régulation du pH du bassin</li> </ul>	<p>Nous ne disposons pas actuellement de mesure des émissions d'un canal.</p> <p>En première approche, il nous semble que l'on peut considérer que ce rejet est composé uniquement de vapeur d'eau.</p>				

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaires	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence concentrations	Polluants à mesurer en sus	Concentrations (référence)
IME1	Zone de traitement des mâchefers / Criblage & Déferraillage	Surfacique/ Sans combustion	<p>Le traitement des mâchefers (criblage et déferraillage) s'effectue sur une zone limitée de l'IME.</p> <p>Les mâchefers en provenance de la fosse de l'UIOM sont stockés en zone de réception et de maturation. L'humidité relative des mâchefers préserve des risques d'envol de poussières à partir des tas.</p> <p>Les opérations de traitement s'effectuent dans des équipements en enceintes cloisonnées (bavette, goulotte capotée, etc) pour limiter les émissions de poussières.</p> <p>Des émissions de poussières peuvent néanmoins se produire lors de phase de manutention par temps sec.</p>	<p>Nous ne disposons pas actuellement de mesure des émissions de la zone de criblage.</p> <p>La quantité criblée annuellement est de l'ordre de 77 000 tonnes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poussières</li> <li>• Métaux lourds</li> </ul>			
IME2	Piste mâchefers	Surfacique/ Sans combustion	<p>Voir « Plateforme de stockage / maturation des mâchefers » ci-après</p>	<p>Nous ne disposons pas actuellement de mesure des émissions des pistes liées à la circulation des engins.</p> <p>Nous estimons à 16 300 les mouvements annuels de poids lourds, soit environ 4 400 km parcourus sur cette zone.</p> <p>Il faut ajouter à ce kilométrage le passage d'un chargeur qui fonctionne 2 000 h/an à une vitesse de 20 km/h soit 40 000 km parcourus annuellement sur cette zone.</p> <p>Le fonctionnement de la plateforme (formation des andains, transferts des mâchefers valorisables, etc.) se fait de 8h à 18h du lundi au vendredi hors jours fériés. Les installations sont arrêtées et le site est fermé en dehors de ces horaires.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poussières</li> <li>• Métaux lourds</li> </ul>			
IME3	Plateforme de stockage / maturation des mâchefers	Surfacique/ Sans combustion	<p>La plateforme de stockage et de maturation des mâchefers est composée de 7 andains représentant une surface au sol d'environ 6 500 m<sup>2</sup></p> <p>Après traitement, les mâchefers sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Soit entreposés sur une aire de stockage (cas des mâchefers de catégorie V) avant expédition pour valorisation (structure routière, chantiers de travaux publics etc.)</li> <li>• Soit déposés sur une aire de maturation (cas des mâchefers de catégories M) qui autorise une stabilisation naturelle des mâchefers.</li> </ul> <p>La plateforme mâchefers ne dispose pas de couverture ni d'enceinte fermée. Le traitement et la valorisation des mâchefers ne génère pas de dégagement systématique de fumées ni de gaz ; seulement un peu de vapeur d'eau résultant de la maturation naturelle des mâchefers se dégage.</p> <p>De légères émissions de poussières et de vapeur d'eau peuvent se produire ponctuellement et uniquement dans l'emprise de l'installation lors de phase de manutention par temps sec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour limiter les émissions de poussières, un nettoyage (pouvant être complété par un arrosage) des pistes de circulation est effectué régulièrement.</li> <li>• Les gaz sont absorbés par les particules de mâchefers qui sont extrêmement poreuses. D'autre part, la maturation s'effectuant sur une plateforme à l'air libre, les émanations gazeuses sont immédiatement dispersées.</li> </ul>	<p>Les envois de poussières sont liés aux déchargements sur l'andain de mâchefers bruts (5120 déchargements par an). Nous ne disposons pas actuellement de mesures de ces émissions.</p> <p>Les manipulations des mâchefers sont liées aux transferts réalisés avec le chargeur (rechargement de l'andain de mâchefers bruts vers le criblage, transfert de la sortie du criblage vers la maturation, rechargement d'un andain de maturation vers les camions sortant vers la valorisation) : 40 000 km parcourus annuellement par le chargeur.</p> <p>Nous ne disposons pas actuellement de mesures de ces émissions.</p> <p>Nous ne disposons pas actuellement de mesure des émissions des andains au repos. On peut anticiper que les émissions sont les poussières liées aux envois (vent).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poussières</li> <li>• Métaux lourds</li> </ul>			

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaires	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence concentrations	Polluants à mesurer en sus	Concentrations (référence)
IME4	Zone de stockage des encombrants de déchetteries (amont broyeur et indésirables)	Diffus semi-confiné / Sans combustion	<p>Sont compris dans la dénomination « encombrants, monstres ou déchets divers », la fraction valorisable des encombrants, des monstres ou tout autre résidu provenant des déchetteries ou de collectes particulières, ayant les caractéristiques des déchets des ménages ou des DICB. De part leur nature, leur poids et leurs dimensions, les encombrants sont des objets volumineux provenant exclusivement d'usage domestique et collectés en déchetterie.</p> <p>Il s'agit donc principalement de déchets de mobiliers d'ameublement (table, chaise, matelas, canapé, etc) et d'objets divers (tel que vélo, poussettes, landau, etc).</p> <p>A l'inverse des ordures ménagères, ces objets ne subissent pas de dégradation biologique rapide sources d'émissions diffuses ou d'envole de poussières.</p> <p>La zone stockage des encombrants est située dans un hall couvert et partiellement fermé où sont réceptionnés les encombrants livrés par camions bennes.</p>	<p>Rejet atmosphérique faible :</p> <p>Nous ne disposons pas d'évaluation de la quantité de poussières rejetée lors d'un déchargement mais le calcul a déjà été fait pour un déchargement d'ordures ménagères sur un autre site (avec mesure des poussières).</p> <p>La livraison des encombrants se fait du lundi au vendredi de 05h30 à 16h30 et les samedis de 05h30 à 11h00. Le nombre de déchargements d'encombrants est estimé à 13 000 par an, soit 4 à 5 transporteurs (poids lourds) par heure environ.</p>				
IME5	Zone de broyage des encombrants	Diffus confiné / Sans combustion	<p>Les émissions diffuses liées au broyage des encombrants sont principalement les poussières générées durant le fonctionnement du broyeur (découpage, sciage, concassage des objets).</p> <p>Le broyeur à encombrants est situé dans une enceinte couverte et partiellement fermée (ouverture seulement sur la zone de stockage) et disposant d'un système de limitation de dispersion des poussières (centrale d'aspiration / dépoussiérage ou brumisation) de cette zone.</p>	<p>Le broyeur aura un fonctionnement limité à 16 heures par jour (2 quarts de 8 heures par jour) et 5 jours par semaines (du lundi au vendredi hors jours fériés).</p> <p>Le rejet du broyeur est capté et dirigé sur un filtre à manches.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poussières</li> </ul>			Poussières $mg/Nm^3$ (g/s)
UVO2	Zone de réception stockage de la FFOM	Diffus confiné / Sans combustion	<p>Le déversement de la FFOM dans la zone de réception et leur stockage en attente de traitement conduit à une dégradation biologique. Les émissions diffuses peuvent être des émanations de composés gazeux (gaz carbonique, vapeur d'eau, ammoniac, méthane, hydrocarbures divers, produits soufrés...) ou des poussières produites lors du déchargement par tapis.</p> <p>Afin de ne pas diffuser ces émissions vers l'extérieur, la zone de réception et de stockage est située dans une enceinte couverte, fermée et mise en dépression par une centrale de traitement d'air qui assure le renouvellement d'air du local.</p> <p>La porte du local (automatique et à ouverture / fermeture rapide) est maintenue fermée en dehors des arrivées du chargeur pour préparation des box et de toute intervention nécessitant son ouverture.</p>	<p>Pas d'émission atmosphérique. Les gaz sont captés et traités (voir UVO 7 Traitement d'air vicié)</p>				

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaires	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence concentrations	Polluants à mesurer en sus	Concentrations (référence)
UVO3	Zone de mélange préparation / Hall du bâtiment de méthanisation	Diffus confiné / Sans combustion	<p>Cette zone correspond à la préparation, via un chargeur, de la matière organique avant introduction dans les digesteurs. Cette préparation consiste à mélanger la matière organique (FFOM) avec l'inoculum.</p> <p>Les émissions diffuses peuvent être des émanations de composés gazeux (gaz carbonique, vapeur d'eau, ammoniac, méthane, hydrocarbures divers, produits soufrés...) ou des poussières produites lors de la manipulation de la matière ou à l'ouverture des box / digesteurs.</p> <p>Afin de ne pas diffuser ces émissions vers l'extérieur, la zone de mélange est située dans un hall couvert, fermé et mis en dépression par une centrale de traitement d'air qui assure le renouvellement d'air du hall.</p> <p>La porte du local est maintenue fermée en dehors des entrées / sorties du chargeur pour accéder à cette zone et de toute intervention nécessitant son ouverture.</p>	Pas d'émission atmosphérique. Les gaz sont captés et traités (voir Traitement d'air vicié)				
UVO7	Traitement d'air vicié / Sortie laveurs	Canalisé / Sans combustion	<p>Le procédé de traitement de l'air (désodorisation) de l'UVO a pour fonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>de ventiler les locaux process et de les mettre en dépression</li> <li>d'extraire l'air humide et capter les poussières,</li> <li>de condenser l'eau extraite avec l'air de ventilation,</li> <li>de désodoriser l'air extrait avant rejet.</li> </ul> <p>L'ensemble de ces dispositions permet de maintenir de bonnes conditions de travail pour le personnel et d'avoir un taux de renouvellement d'air prévu dans ces bâtiments de 4 à 7 volumes d'air par heure.</p> <p>L'installation de traitement de l'air de l'UVO permettra d'atteindre les performances indiquées en termes de rejets gazeux en sortie de laveurs (un conduit de rejet pour la chaîne de lavage de l'air).</p>	<p>Hauteur d'émission (m) : 15</p> <p>Diamètre d'émission (m) : 1,2</p> <p>Vitesse d'émission (m/s) : 15</p> <p>Débit (Nm<sup>3</sup> hum/h) : 56 000</p> <p>Température d'émission (°C) : 25</p> <p>Humidité d'émission (%) : 5</p> <p>Teneur en O2 des fumées (%) : 21</p> <p>Durée de fonctionnement (h/an) : 8584</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ammoniac (NH<sub>3</sub>)</li> <li>Hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S)</li> <li>amines (RNH<sub>2</sub>)</li> <li>mercaptans (RSH)</li> </ul>	<p>donnée constructeur (BEKON) : document «CUS_VBW_DOC_003_B Calcul émissions gazeuse»</p> <p>Avec une marge sécuritaire de 10%</p>		<p>A 21% d'O<sub>2</sub> sur sec:</p> <p>NH<sub>3</sub> 0,11 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>H<sub>2</sub>S 0,11 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>RNH<sub>2</sub> 0,011 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>RSH 0,055 mg/Nm<sup>3</sup></p>
UVO8	Torchère de secours	Canalisé / Fumées combustion biogaz	<p>La torchère est un élément de secours qui ne doit pas intervenir en conditions normales d'exploitation. Elle permet de brûler le biogaz en secours (en cas de panne ou d'arrêt d'un ou des moteurs de cogénération pour éviter une montée en pression des digesteurs p.ex.) et durant la phase final d'inertage des digesteurs.</p> <p>Les fumées de combustion sont rejetées directement à l'atmosphère (pas de cheminée).</p>	Pas d'émission atmosphérique.				
UVO9	Epuration du biogaz	Diffus confiné / Sans combustion	<p>Le biogaz produit par l'installation est réinjecté dans le réseau GDS, il doit être préalablement traité.</p> <p>Les équipements de cette installation seront confinés et hermétique (capotage) et situés principalement dans des containers assurant aucune diffusion vers l'extérieur.</p> <p>Les émissions au niveau de l'installation de l'unité d'épuration du biogaz avant réinjection dans le réseau, sont des gaz de purge qui sont orientés vers le traitement d'air (UVO7)</p>	Pas d'émission atmosphérique.				

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaires	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence concentrations	Polluants à mesurer en sus	Concentrations (référence)
UVO10	Chaudière Process UVO (maintien température digesteurs) Puissance de 300kW	Canalisé / Fumées combustion biogaz	<p>Le procédé de méthanisation est composé de digesteurs dont le sol est chauffé. Ce procédé étant endothermique, il est nécessaire de porter et de maintenir la matière en fermentation à une température d'environ 37°C, correspondant à la plage optimale de fonctionnement des bactéries mésophiles utilisées dans le procédé.</p> <p>Pour ce faire, et dans le cadre de la solution « réinjection », une chaudière au biogaz est utilisée pour le chauffage des digesteurs (maintien du fluide caloporteur en température) et pour l'inertage des cellules digesteurs. Cette chaudière sera en service environ 66% en période hivernal et 33% du temps en été sur le principe de fonctionnement d'une chaudière domestique (mise en service de la chaudière uniquement en fonction de la température souhaitée dans les digesteurs).</p> <p>A cela, cette chaudière est aussi utilisée pour la production de gaz d'échappement pour le procédé d'inertage de l'atmosphère des digesteurs. La durée de fonctionnement de la chaudière serait de 4h à 6h par semaine (en fonction du nombre de rechargement des digesteur, soit 2 à 3 par semaine).</p> <p>Ce représente un fonctionnement de la chaudière de 4 300h sur 12 mois.</p> <p>Les fumées de combustion sont rejetées directement à l'atmosphère par le biais d'une cheminée dédiée.</p>	<p>Hauteur d'émission (m) : 12</p> <p>Diamètre d'émission (m) : 0,28</p> <p>Vitesse d'émission (m/s) : 6</p> <p>Débit (Nm<sup>3</sup><sub>hum</sub>/h) : 840</p> <p>Température d'émission (°C) : 160</p> <p>Humidité des fumées (%) : 18</p> <p>Teneur en O2 des fumées (%) : 5 à 7</p> <p>Durée de fonctionnement (h) : 4300</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poussières</li> <li>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</li> <li>Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>Acide chlorhydrique (HCl)</li> <li>Acide fluorhydrique (HF)</li> <li>Composés Organiques Non Méthanique (COV<sub>NM</sub>)</li> <li>HAP</li> <li>Métaux</li> </ul>	Hypothèse : Valeur Limite d'Emission d'après réglementation (2 fev 1998 et 11 août 1999) et bibliographie		<p>A 11% d'O<sub>2</sub> sur sec :</p> <p>Poussières 100 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>SO<sub>2</sub> 300 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>NOx 300 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>CO 700 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>HCl 50 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>HF 5 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>COV<sub>NM</sub> 110 mg/Nm<sup>3</sup></p> <p>HAP négligeable</p> <p>Métaux négligeable</p>
UVE UVO 1 I ME	Convoyeurs FFOM (alimentation UVO)	Linéaire / confiné/ Sans combustion	<p>La fraction fermentescible issue de l'unité de tri mécanique est envoyée à l'unité de méthanisation par l'intermédiaire de convoyeurs entièrement capotés.</p> <p>Ce transport débouchant directement dans l'UVO, les émissions gazeuses susceptibles de se dégager de la FFOM (gaz carbonique, vapeur d'eau, ammoniac, méthane, hydrocarbures divers, produits soufrés ... par dégradation biologique) comme les poussières sont reprises par l'unité de traitement d'air vicié de l'installation.</p>	<p>On pourrait considérer qu'il s'agit d'un brin émetteur et que le déchet transporté est assimilable à de l'ordure ménagère brute. Dans ce cas, nous disposerions d'éléments concernant l'émission, mesurés par ailleurs. Les émissions à l'arrivée sont prises en compte par la source Traitement d'air vicié.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gaz carbonique,</li> <li>vapeur d'eau,</li> <li>ammoniac,</li> <li>méthane,</li> <li>hydrocarbures divers,</li> <li>produits soufrés,</li> <li>poussières</li> </ul>			
UVE UVO 2 I ME	Convoyeurs affinats FFOM / broyats (alimentation UVE)	Linéaire / confiné/ Sans combustion	<p>Le retour de l'affinat de l'UVO comme les broyats d'encombrants sont acheminés vers la fosse de réception des déchets ménagers de l'usine par l'intermédiaire de convoyeurs entièrement capotés.</p> <p>Ce transport débouchant directement dans la fosse, les émissions gazeuses susceptibles de se dégager (gaz carbonique, vapeur d'eau, ammoniac, méthane, hydrocarbures divers, produits soufrés ... par dégradation biologique de l'affinat) comme les poussières sont reprises par l'aspiration des ventilateurs d'air de combustion des trois d'incinération.</p>	<p>On pourrait considérer qu'il s'agit d'un brin émetteur et que le déchet transporté est assimilable à de l'ordure ménagère brute. Dans ce cas, nous disposerions d'éléments concernant l'émission, mesurés par ailleurs. Les émissions à l'arrivée sont prises en compte au niveau du bâtiment de déchargement (voir sources UVE).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>gaz carbonique,</li> <li>vapeur d'eau,</li> <li>ammoniac,</li> <li>méthane,</li> <li>hydrocarbures divers,</li> <li>produits soufrés,</li> <li>poussières</li> </ul>			

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES VEHICULES CIRCULANT SUR LE SITE

Sur la base d'une vitesse de circulation de 20km/h, la consommation des poids lourds est estimée à 25l au 100km hors charge avec 0,45l au 100km supplémentaire par tonne de chargement.  
Les flux de polluant sont estimés à partir de la consommation énergétique correspondante par application des normes Euro III et Euro IV (avec équipartition du parc routier pour les deux normes)

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaire	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence	Polluants à mesurer en sus	Flux (référence)
UVE	Livraison OM (CUS et SIVOM)	Poids Lourds	62 000 trajets annuels pour un total de 18 115 km parcourus sur l'année	Rejet diffus Camions chargés avec ~6,7 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 91,69 kg/an NOx : 216,5 kg/an HC : 28,53 kg/an PM : 3,82 kg/an
UVE	Livraison DIB et DIB triés	Poids Lourds	7 800 trajets annuels pour un total de 2 279 km parcourus sur l'année	Rejet diffus Camions chargés avec ~7,5 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 11,70 kg/an NOx : 27,63 kg/an HC : 3,64 kg/an PM : 0,49 kg/an
UVE	Livraison retour d'encombrants (CUS et SIVOM)	Poids Lourds	3 500 trajets annuels pour un total de 536 km parcourus sur l'année	Rejet diffus Camions chargés avec ~18 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 3,21 kg/an NOx : 7,58 kg/an HC : 1,0 kg/an PM : 0,13 kg/an
UVE	Livraison refus de TRI NORD BAS-RHIN	Poids Lourds	40 trajets annuels pour un total de 6 km parcourus sur l'année	Rejet diffus Camions chargés avec ~17 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,04 kg/an NOx : 0,09 kg/an HC : 0,01 kg/an PM : 0,001 kg/an
UVE	Retour Broyat vers fosse UIOM	Poids Lourds	5 475 trajets annuels pour un total de 2 514 km parcourus sur l'année	Rejet diffus Camions chargés avec ~7 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 12,81 kg/an NOx : 30,24 kg/an HC : 3,98 kg/an PM : 0,53 kg/an
UVE IME	Retour UIOM des imbrulés de la plateforme mâchefers	Poids Lourds	Aucun trajet sur l'année	Rejet diffus Camions chargés avec ~14,5 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		
UVE	Transfert des REF IOM	Poids Lourds	500 trajets annuels pour un total de 83 km parcourus sur l'année	Rejet diffus Camions chargés avec ~23 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,53 kg/an NOx : 1,26 kg/an HC : 0,17 kg/an PM : 0,02 kg/an
UVE	Transfert des gâteaux	Poids Lourds	60 trajets annuels pour un total de 10 km parcourus sur l'année. Les gâteaux sont les boues issues des filtres presses du traitement des effluents des laveurs (Traitement des fumées)	Rejet diffus Camions chargés avec ~12 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,53 kg/an NOx : 1,26 kg/an HC : 0,17 kg/an PM : 0,02 kg/an

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES VEHICULES CIRCULANT SUR LE SITE

Sur la base d'une vitesse de circulation de 20km/h, la consommation des poids lourds est estimée à 25l au 100km hors charge avec 0,45l au 100km supplémentaire par tonne de chargement.  
Les flux de polluant sont estimés à partir de la consommation énergétique correspondante par application des normes Euro III et Euro IV (avec équipartition du parc routier pour les deux normes)

Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaire	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence	Polluants à mesurer en sus	Flux (référence)
UVE IME	Transfert des mâchefers vers la plateforme mâchefers	Poids Lourds	10 242 trajets annuels pour un total de 5 415 km parcourus sur l'année.	Rejet diffus Camions chargés avec ~15 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 5,56 kg/an NOx : 13,12 kg/an HC : 1,73 kg/an PM : 0,23 kg/an
UVE IME	Transfert des mâchefers vers chaîne de valorisation	Poids Lourds	5 568 trajets annuels pour un total de 852 km parcourus sur l'année.	Rejet diffus Camions chargés avec ~24,5 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,53 kg/an NOx : 1,26 kg/an HC : 0,17 kg/an PM : 0,02 kg/an
UVE IME	Transfert des ferrailles vers chaîne de valorisation	Poids Lourds	447 trajets annuels pour un total de 93 km parcourus sur l'année.	Rejet diffus Camions chargés avec ~23 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,59 kg/an NOx : 1,4 kg/an HC : 0,18 kg/an PM : 0,02 kg/an
UVE IME	Transfert des non ferreux et autres divers vers chaîne de valorisation	Poids Lourds	21 trajets annuels pour un total de 4 km parcourus sur l'année.	Rejet diffus Camions chargés avec ~24 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,03 kg/an NOx : 0,07 kg/an HC : 0,01 kg/an PM : 0,001 kg/an
UVE IME	Livraison réactifs et consommables (UIOM)	Poids Lourds	283 trajets annuels pour un total de 43 km parcourus sur l'année. Les réactifs et consommables pour l'UIOM comprennent : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaux vive</li> <li>• Ammoniaque</li> <li>• Acide chlorhydrique</li> <li>• Acide sulfurique</li> <li>• Soude caustique</li> <li>• Javel</li> <li>• Gengard 7110</li> <li>• Gengard 7004</li> <li>• Metclear</li> <li>• Optisperse</li> <li>• Steamate</li> <li>• Huiles et graisses entrantes</li> <li>• Huiles usagées sortantes</li> <li>• Oxygène et acétylène</li> <li>• Fumiste (matériels et matière)</li> <li>• Chaudiériste tubes</li> <li>• Spectrus NX1102</li> <li>• Spectrus BD1500</li> <li>• Grenaille</li> </ul>	Rejet diffus Camions avec chargements divers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,24 kg/an NOx : 0,58 kg/an HC : 0,08 kg/an PM : 0,01 kg/an

COMPARTIMENT AIR : EMISSIONS POLLUANTES VEHICULES CIRCULANT SUR LE SITE

Sur la base d'une vitesse de circulation de 20km/h, la consommation des poids lourds est estimée à 25l au 100km hors charge avec 0,45l au 100km supplémentaire par tonne de chargement.  
Les flux de polluant sont estimés à partir de la consommation énergétique correspondante par application des normes Euro III et Euro IV (avec équipartition du parc routier pour les deux normes)

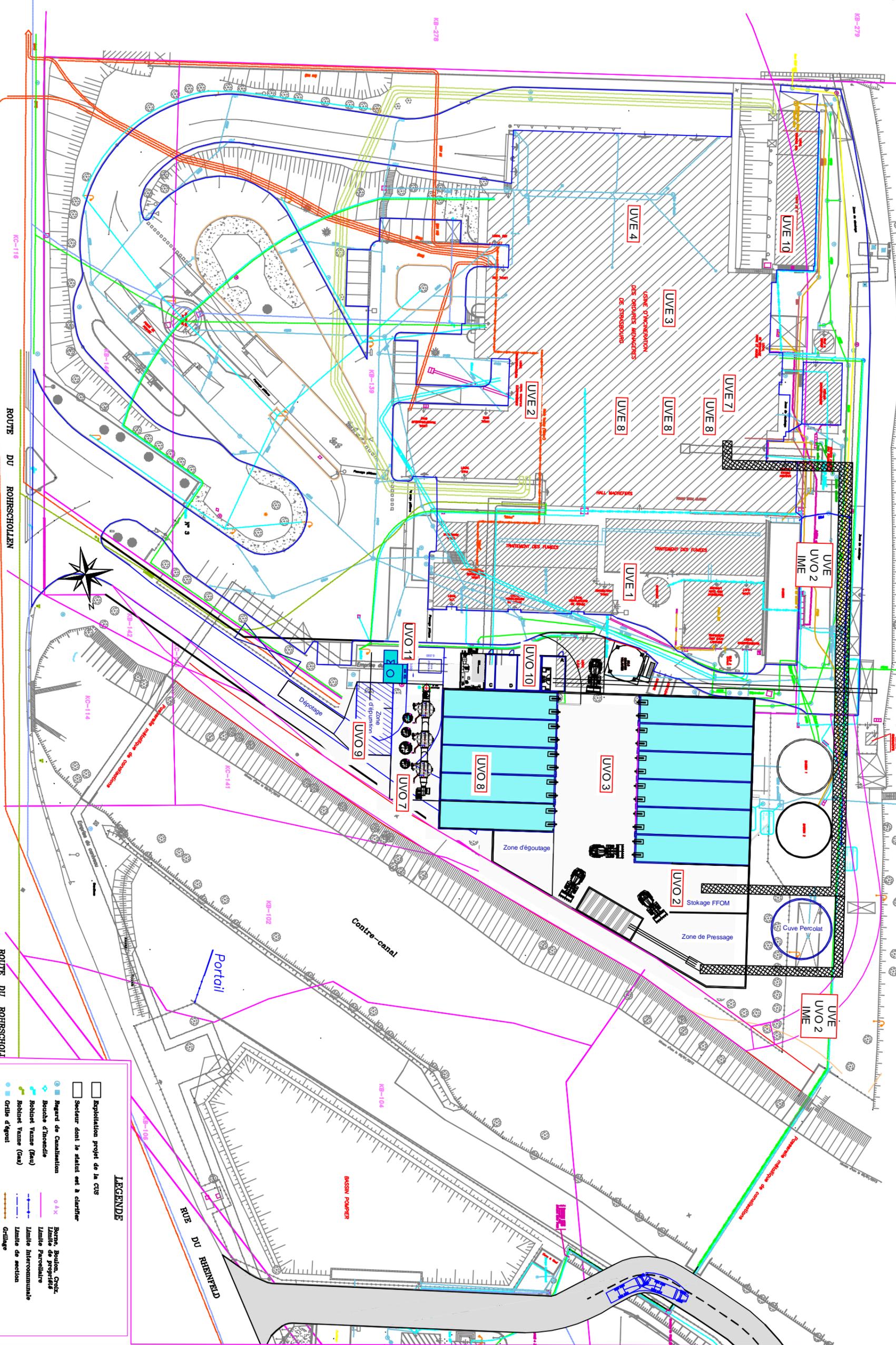
Zone Site	Nom de la source	Type de rejet	Commentaire	Caractéristiques de la source	Polluants associés à la source	Référence	Polluants à mesurer en sus	Flux (référence)
UVO	Livraison réactifs et consommables (UVO)	Poids Lourds	400 trajets annuels pour un total de 161 km parcourus sur l'année.	Rejet diffus Camions chargés avec ~15 tonnes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,93 kg/an NOx : 2,19 kg/an HC : 0,29 kg/an PM : 0,04 kg/an
UVE IME UVO	Mouvement VL personnel d'exploitation	Véhicules légers	196 trajets annuels pour un total de 30 km parcourus sur l'année.	Rejet diffus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,14 kg/an NOx : 0,32 kg/an HC : 0,04 kg/an PM : 0,01 kg/an
UVE IME UVO	Entreprise extérieure lors des travaux	Véhicules légers	60 trajets annuels pour un total de 33 km parcourus sur l'année. ~ 30 véhicules/j pendant les 3 mois de révision des lignes (avril mai juin septembre octobre)	Rejet diffus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monoxyde de Carbone (CO)</li> <li>• Oxydes d'Azotes (NOx)</li> <li>• Hydrocarbures imbrulés (HC)</li> <li>• Poussières (particules micrométriques PM)</li> </ul>	Normes Euro III et Euro IV		CO : 0,15 kg/an NOx : 1,36 kg/an HC : 0,05 kg/an PM : 0,01 kg/an



KB-279

KB-288

DARSE IV (canal)



ROUTE DU ROHRSCHOULEN

ROUTE DU ROHRSCHOULEN

RUE DU RHEINFELD



Plan N° : POY-AA-00-30-003-A-INF

Date : 20/03/2012 Ech. 1/800

MAITRE D'OUVRAGE SENERVAL  
IMPLANTATION METHANISATION  
SUR ZONE DECHETTERIE  
ETUDE D'IMPLANTATION



LEGENDE

- Exploitation projet de la cits
- Secteur dont le statut est à clarifier
- Regard de Construction
- Bonne de propriété
- Limite Parcelaire
- Limite de section
- Grillage
- Mur
- Mur de soutènement
- Regarde de drainage
- Regarde (pente double)
- Regarde (pente simple)
- Panneaux de signalisation
- Puits tricolores
- Puits Biocritique
- Arbreux Electriques
- 0.4 X
- Bornes, Boules, Croix
- Limite de propriété
- Limite Parcelaire
- Limite Intercommunale
- Limite de section
- Grillage
- Mur
- Mur de soutènement
- Regarde de drainage
- Arbre, Mécanisme
- Hèle
- Telsur
- Lampadaires



***Annexe 3 : Tableaux des concentrations et dépôts  
modélisés***



Receptor name	X(m)	Y(m)	distance (m)	LTConc µg/m³  <b>VOC</b>  incin+réinj -	LTConc µg/m³  <b>SO2</b>  incin+réinj -	LTConc µg/m³  <b>NOx</b>  incin+réinj -	LTConc µg/m³  <b>HF</b>  incin+réinj -	LTConc µg/m³  <b>HCl</b>  incin+réinj -	LTConc µg/m³  <b>NH3</b>  incin+réinj -	LTConc µg/m³  <b>H2S</b>  incin+réinj -
<b>Stockfeld</b>	1052178	6835973	1762	3,67E-03	1,36E-02	1,88E-02	2,60E-04	2,60E-03	5,33E-03	1,02E-04
<b>La Ganzau</b>	1051346	6835826	2372	1,97E-03	7,85E-03	1,14E-02	1,53E-04	1,53E-03	3,60E-03	4,41E-05
<b>Marlen</b>	1055725	6835289	2308	7,12E-03	2,86E-02	4,18E-02	5,59E-04	5,59E-03	1,33E-02	1,84E-04
<b>Goldscheuer</b>	1055682	6834138	2299	5,27E-03	2,22E-02	3,33E-02	4,39E-04	4,39E-03	1,12E-02	1,25E-04
<b>Neuhof</b>	1052203	6836714	2315	4,47E-03	1,67E-02	2,34E-02	3,21E-04	3,21E-03	6,76E-03	1,26E-04
<b>Fort Hoche</b>	1052113	6832333	2799	1,20E-02	5,38E-02	8,35E-02	1,08E-03	1,08E-02	2,98E-02	2,08E-04
<b>La Populaire</b>	1052518	6835911	1482	5,17E-03	1,82E-02	2,44E-02	3,44E-04	3,44E-03	6,34E-03	1,60E-04
<b>La Faisanderie</b>	1052043	6835548	1625	2,63E-03	1,01E-02	1,43E-02	1,95E-04	1,95E-03	4,29E-03	6,72E-05
<b>Port de Plaisance</b>	1053623	6837052	2278	1,88E-02	7,99E-02	1,21E-01	1,59E-03	1,59E-02	4,12E-02	4,25E-04
<b>Ecole 1er degré</b>	1052388	6836340	1902	5,09E-03	1,85E-02	2,53E-02	3,52E-04	3,52E-03	6,95E-03	1,48E-04
<b>Hopital Neuhof</b>	1051359	6836595	2788	2,58E-03	1,01E-02	1,46E-02	1,97E-04	1,97E-03	4,51E-03	6,15E-05
<b>Jardins</b>	1051817	6835032	1676	2,07E-03	8,54E-03	1,27E-02	1,69E-04	1,69E-03	4,21E-03	5,32E-05
<b>Agri 1</b>	1051739	6834505	1757	2,93E-03	1,21E-02	1,81E-02	2,40E-04	2,40E-03	6,00E-03	6,31E-05
<b>Agri2</b>	1051847	6835343	1722	2,05E-03	8,29E-03	1,22E-02	1,63E-04	1,63E-03	3,94E-03	4,95E-05
<b>Agri3</b>	1051782	6832064	3199	1,02E-02	4,58E-02	7,13E-02	9,22E-04	9,22E-03	2,56E-02	1,65E-04
<b>Musau</b>	1053129	6839098	4333	8,06E-03	3,51E-02	5,38E-02	7,01E-04	7,01E-03	1,88E-02	1,57E-04
<b>Kronenhof</b>	1055291	6839098	4686	7,77E-03	3,35E-02	5,11E-02	6,68E-04	6,68E-03	1,77E-02	1,79E-04
<b>Caserne Vincelles</b>	1053159	6838142	3378	9,84E-03	4,23E-02	6,42E-02	8,41E-04	8,41E-03	2,21E-02	2,02E-04
<b>Niederau</b>	1049472	6830022	6217	3,95E-03	1,80E-02	2,82E-02	3,63E-04	3,63E-03	1,03E-02	5,74E-05
<b>Maximum</b>				4,57E-01	1,20E+00	1,20E+00	2,03E-02	2,03E-01	7,89E-02	2,00E-02

Recepteur	X(m)	Y(m)	distance (m)	LTConc  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   <b>PM2.5</b>  incin+réinj -  1hr	LT Dépôt Tot  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$   <b>PM2.5</b>  incin+réinj -  1hr	LTConc  $\mu\text{g}/\text{m}^3$   <b>PM10</b>  incin+réinj -  1hr	LT Dépôt Tot  $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$   <b>PM10</b>  incin+réinj -  1hr
<b>Stockfeld</b>	1052178	6835973	1762	2,30E-03	7,34E-05	1,67E-03	1,54E-04
<b>La Ganzau</b>	1051346	6835826	2372	1,32E-03	6,46E-05	9,91E-04	1,13E-04
<b>Marlen</b>	1055725	6835289	2308	4,94E-03	1,80E-04	3,01E-03	5,47E-04
<b>Goldscheuer</b>	1055682	6834138	2299	3,96E-03	1,28E-04	2,42E-03	3,96E-04
<b>Neuhof</b>	1052203	6836714	2315	2,71E-03	9,34E-05	1,86E-03	1,94E-04
<b>Fort Hoche</b>	1052113	6832333	2799	9,67E-03	2,33E-04	5,83E-03	9,04E-04
<b>La Populaire</b>	1052518	6835911	1482	3,12E-03	1,16E-04	2,19E-03	2,28E-04
<b>La Faisanderie</b>	1052043	6835548	1625	1,78E-03	9,71E-05	1,34E-03	1,63E-04
<b>Port de Plaisance</b>	1053623	6837052	2278	1,44E-02	4,42E-04	8,42E-03	1,30E-03
<b>Ecole 1er degré</b>	1052388	6836340	1902	3,04E-03	1,10E-04	2,10E-03	2,23E-04
<b>Hopital Neuhof</b>	1051359	6836595	2788	1,65E-03	4,46E-05	1,21E-03	1,02E-04
<b>Jardins</b>	1051817	6835032	1676	1,55E-03	7,01E-05	1,17E-03	1,38E-04
<b>Agri 1</b>	1051739	6834505	1757	2,19E-03	5,86E-05	1,62E-03	1,66E-04
<b>Agri2</b>	1051847	6835343	1722	1,49E-03	7,63E-05	1,13E-03	1,37E-04
<b>Agri3</b>	1051782	6832064	3199	8,17E-03	1,96E-04	4,86E-03	7,44E-04
<b>Musau</b>	1053129	6839098	4333	5,85E-03	1,59E-04	3,30E-03	4,10E-04
<b>Kronenhof</b>	1055291	6839098	4686	5,64E-03	1,74E-04	3,04E-03	4,43E-04
<b>Caserne Vincelles</b>	1053159	6838142	3378	7,20E-03	2,06E-04	4,19E-03	5,42E-04
<b>Niederau</b>	1049472	6830022	6217	3,02E-03	6,95E-05	1,65E-03	2,30E-04
<b>Maximum</b>				3,80E-01	-	3,12E-01	-

## ***Annexe 4 : Cartographies des concentrations et dépôts modélisés***



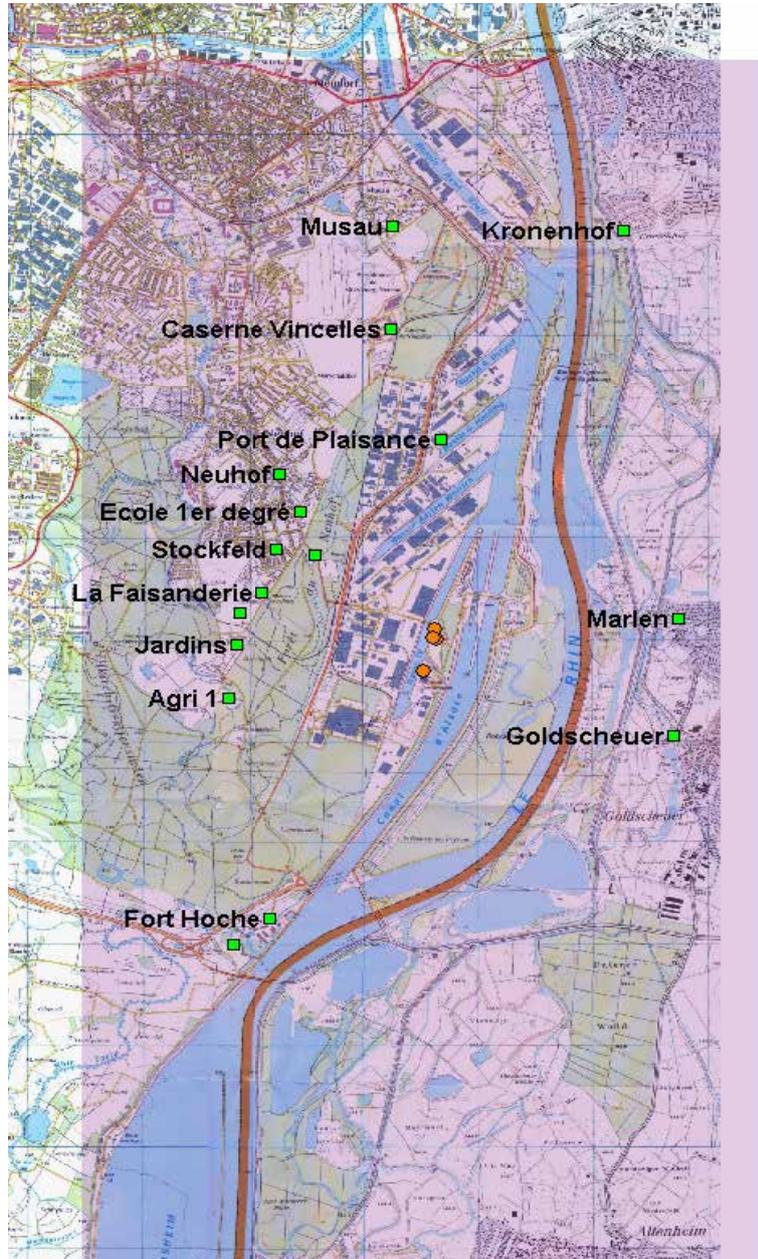
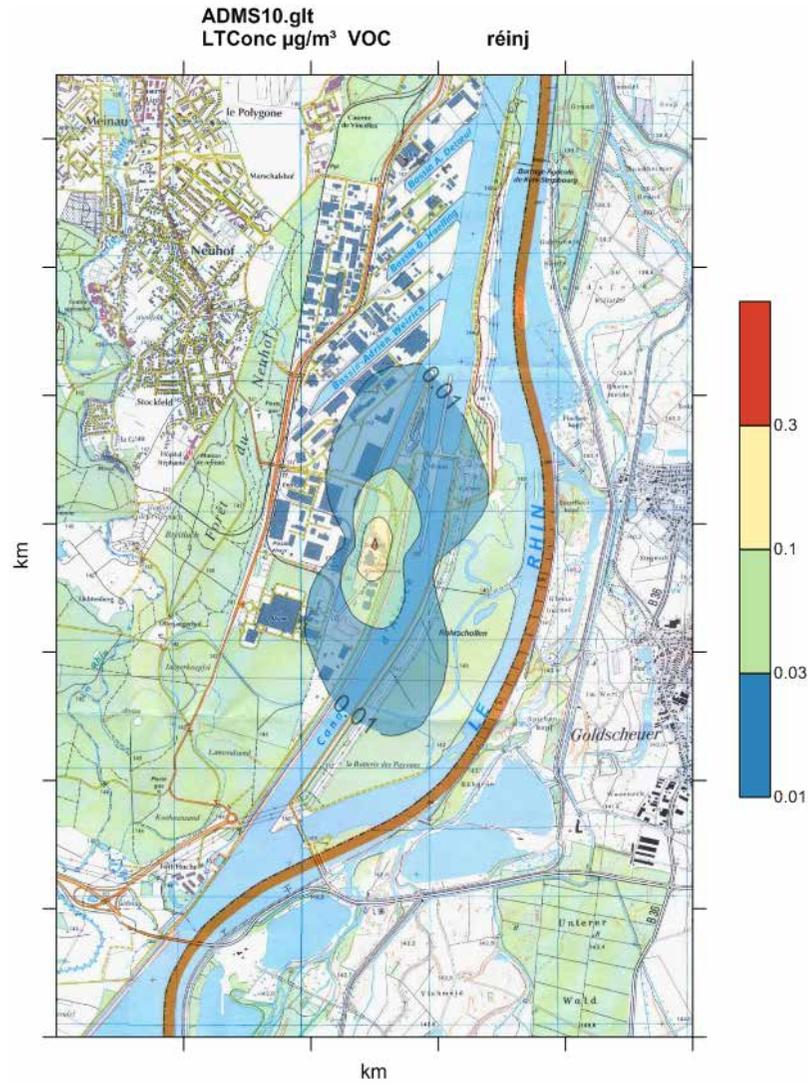


Figure 13 : zone d'étude et points récepteurs retenus pour la modélisation

Figure 14 : Modélisation des concentrations en COV ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

UVO seules :



Ensemble du site :

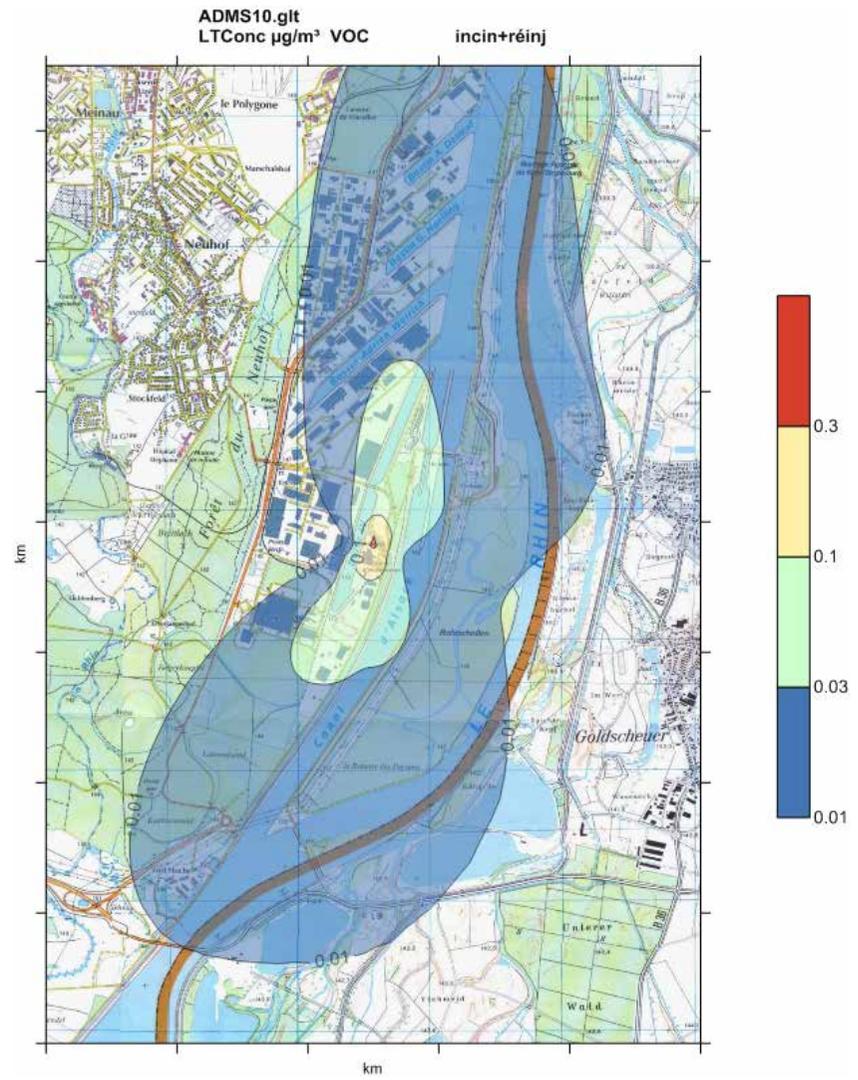
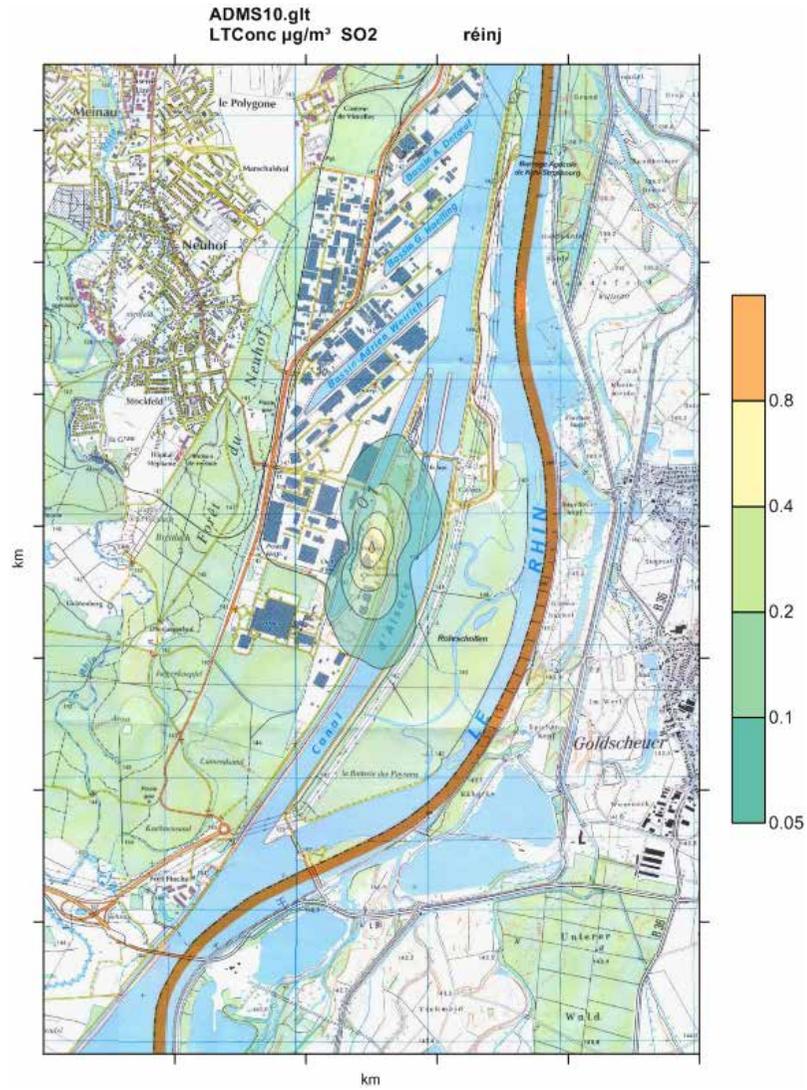


Figure 15 : Modélisation des concentrations en SO<sub>2</sub> (µg.m<sup>-3</sup>)

UVO seules :



Ensemble du site :

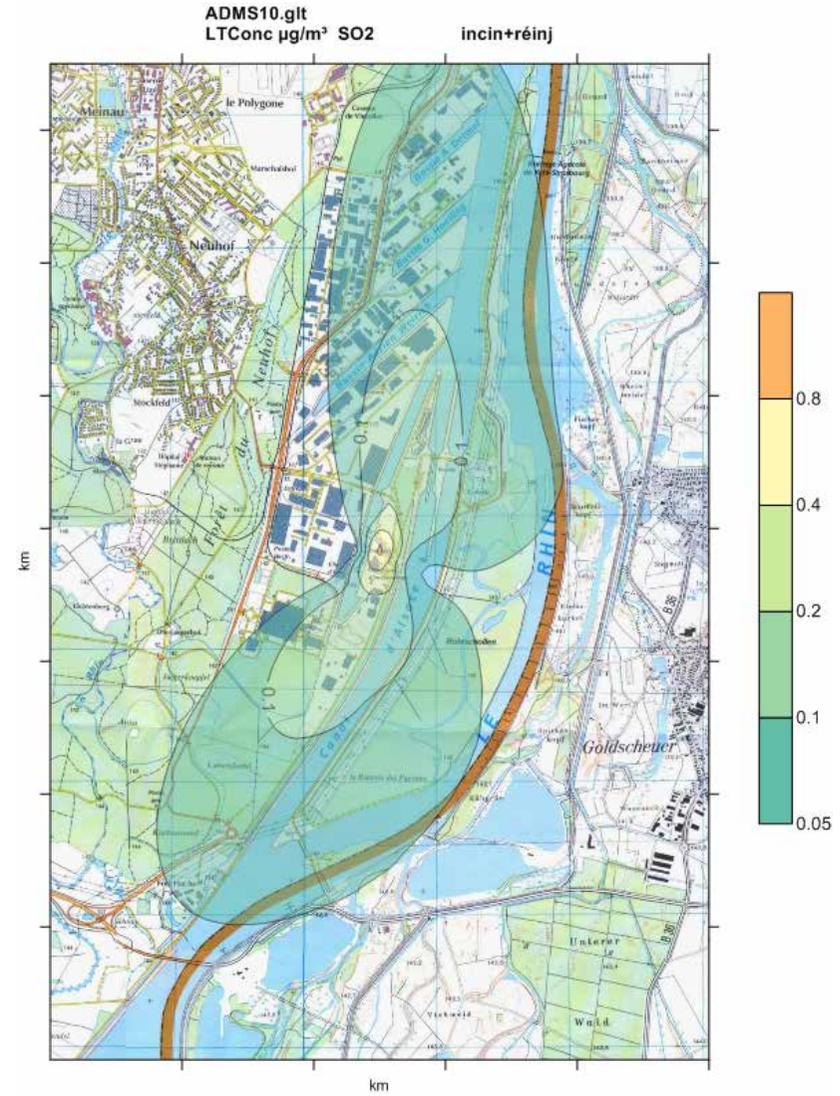
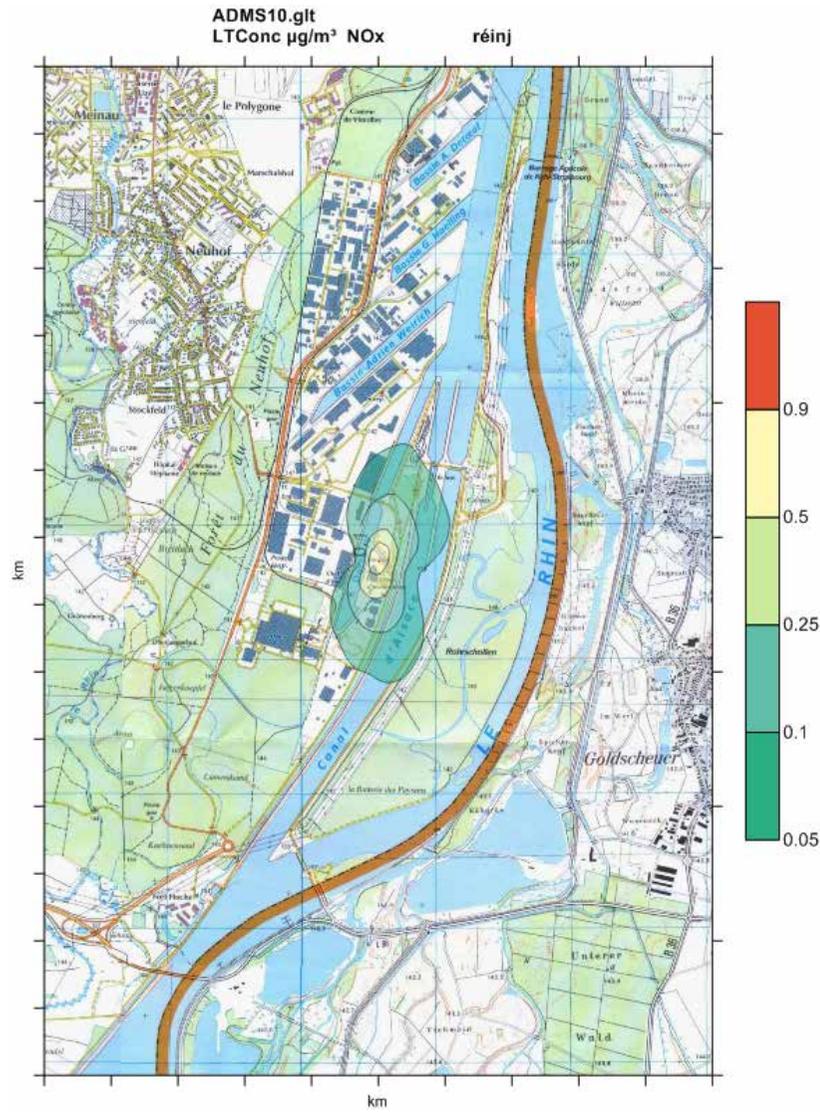


Figure 16 : Modélisation des concentrations en NOx ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

UVO seules :



Ensemble du site :

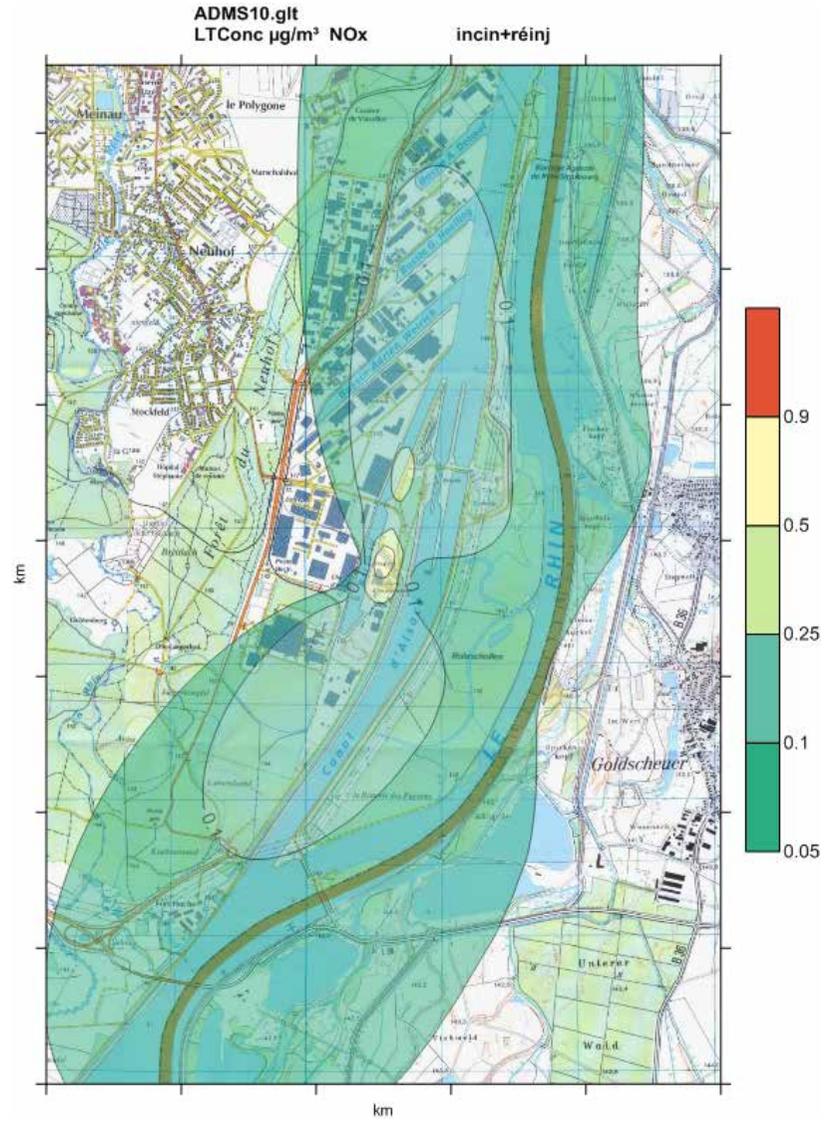
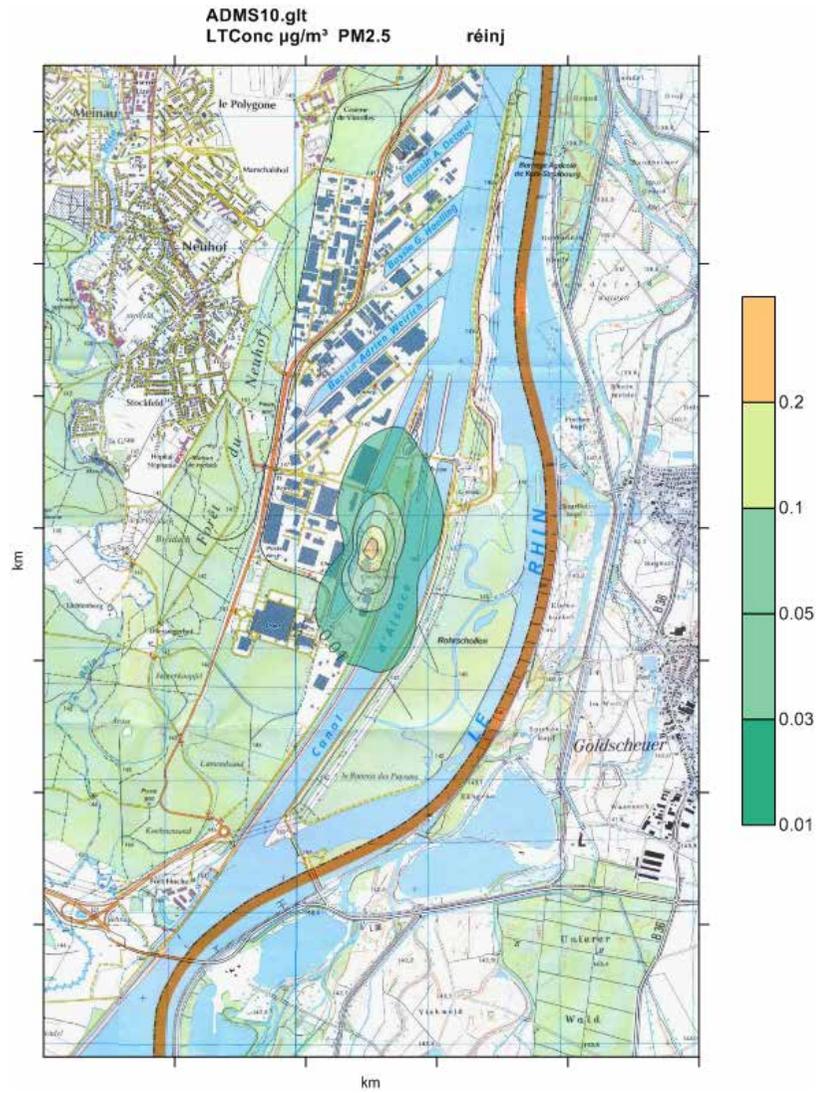


Figure 17 : Modélisation des concentrations en PM2.5 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

UVO seules :



Ensemble du site :

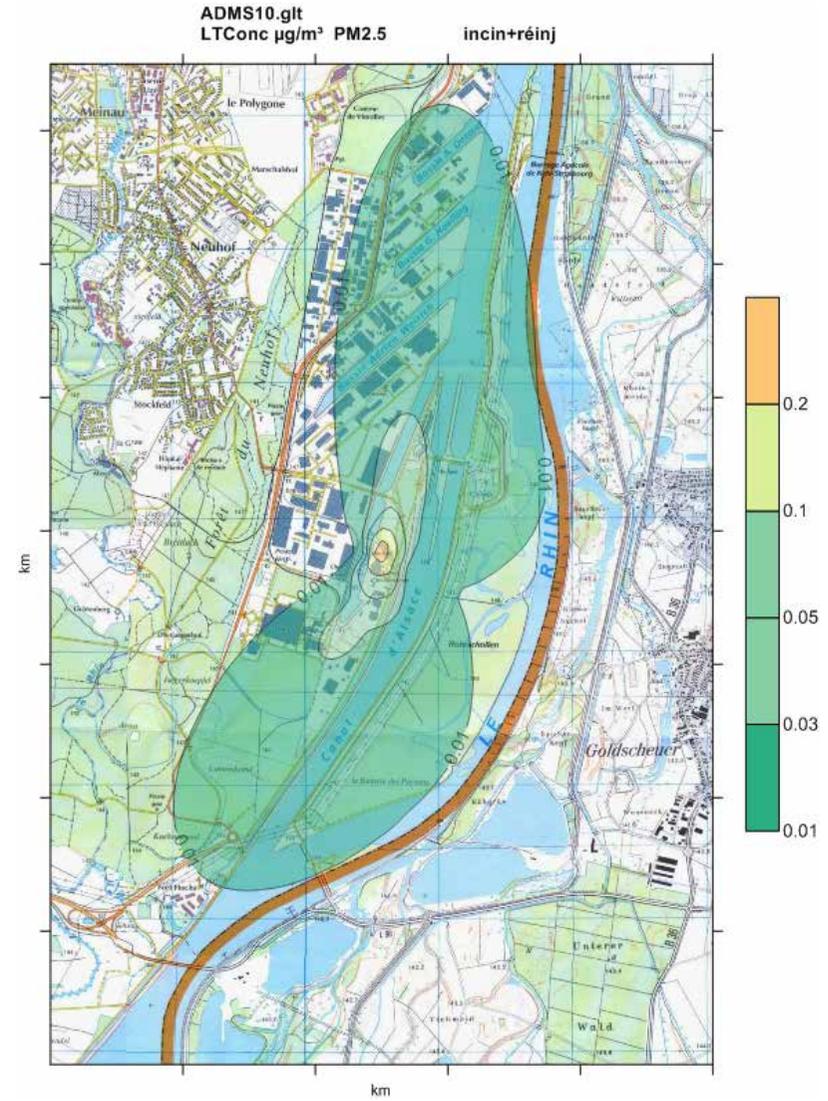


Figure 18 : Modélisation des dépôts en PM2.5 ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )

UVO seules :

Ensemble du site :

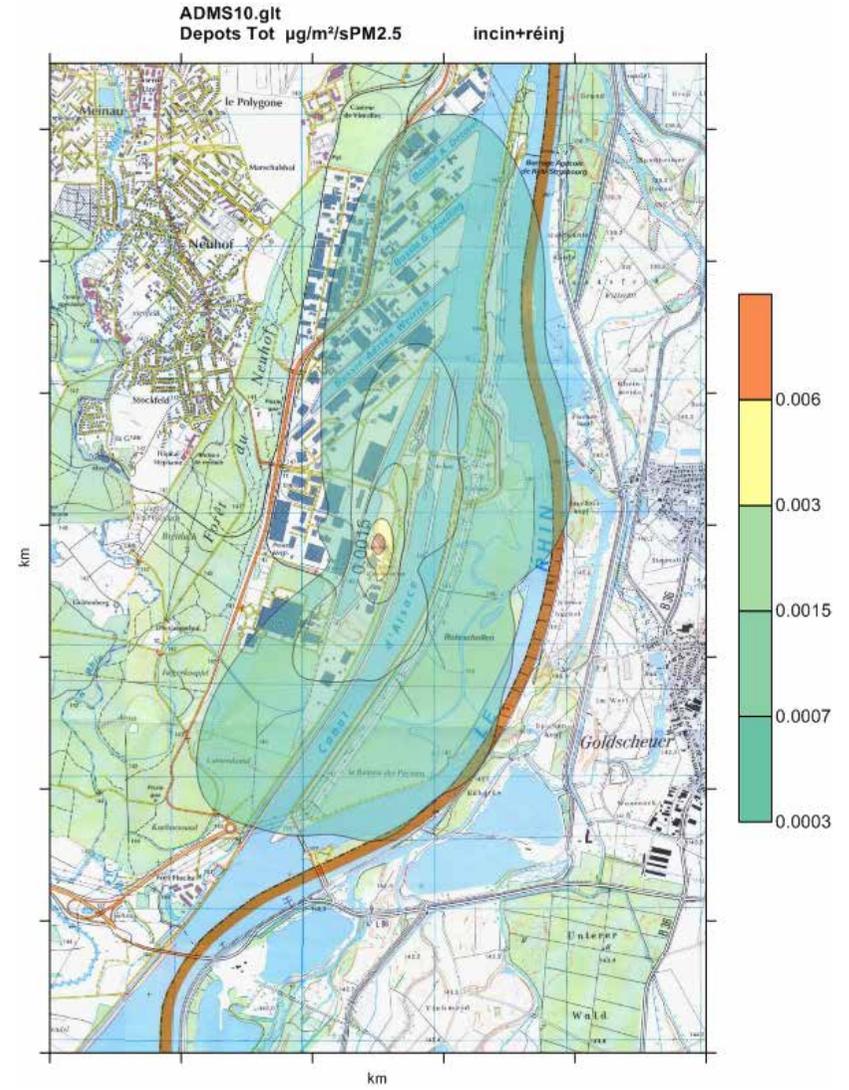
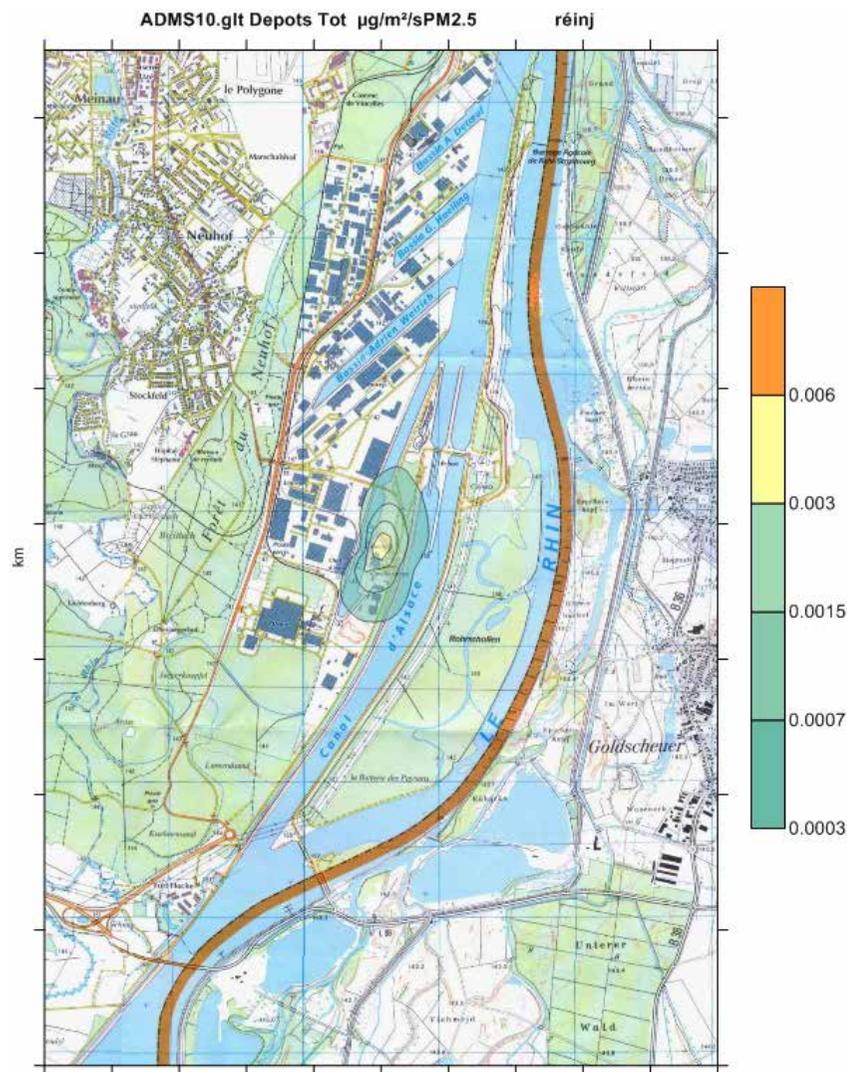
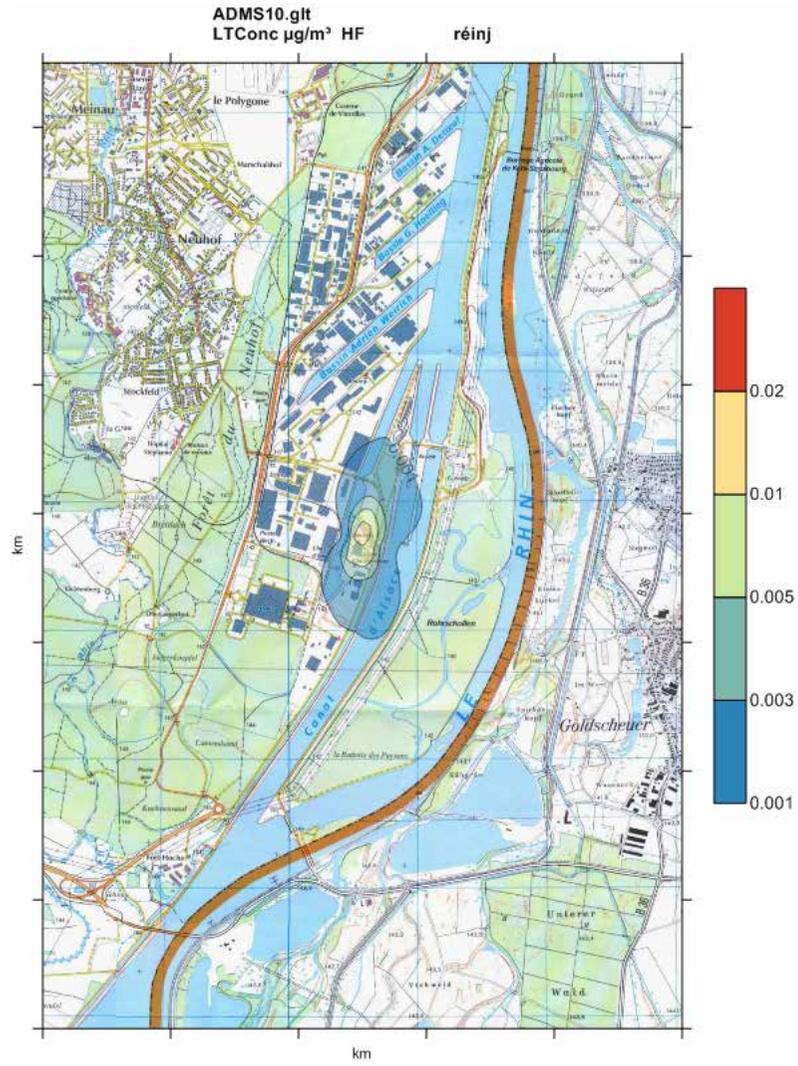


Figure 19 : Modélisation des concentrations en HF ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

UVO seules :



Ensemble du site :

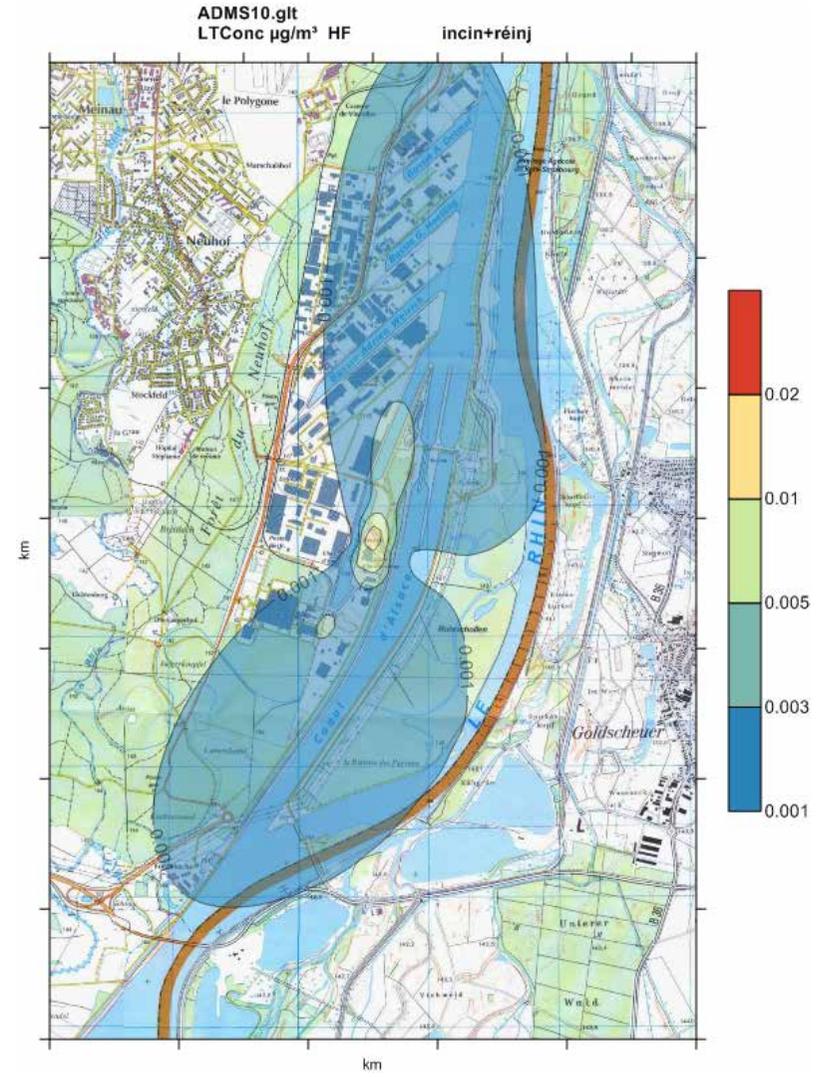


Figure 20 : Modélisation des concentrations en HCl ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

UVO seules :

Ensemble du site :

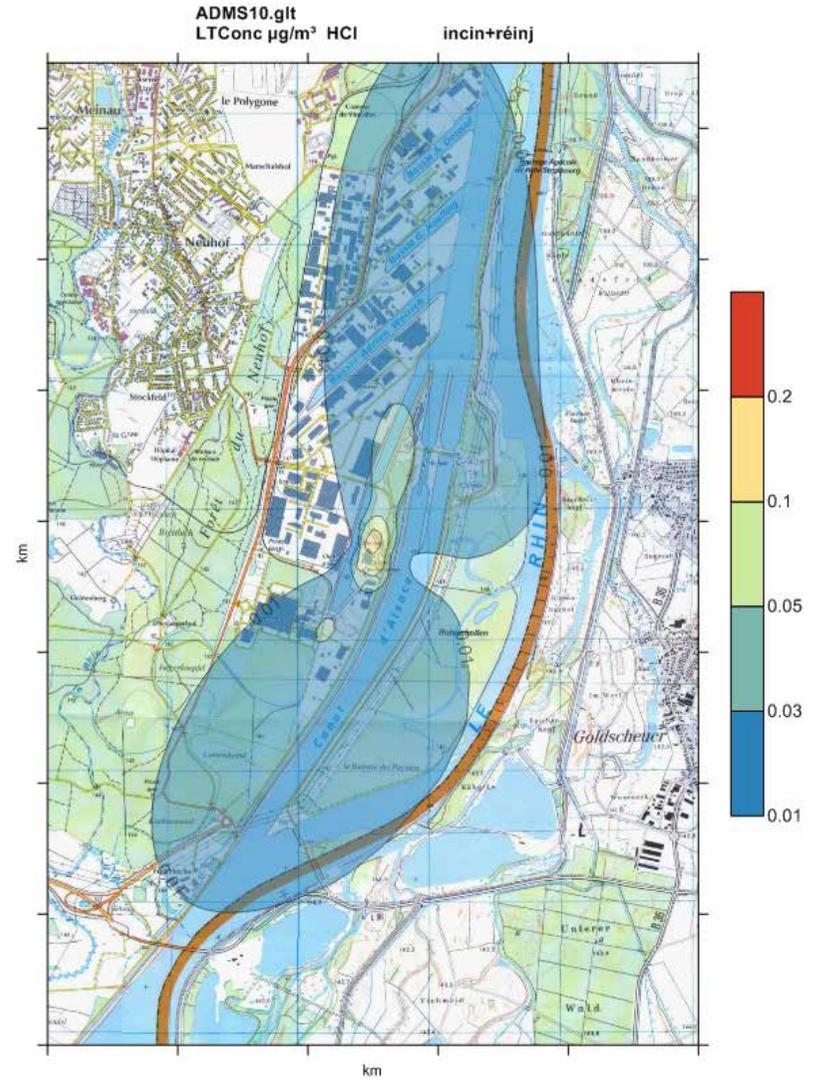
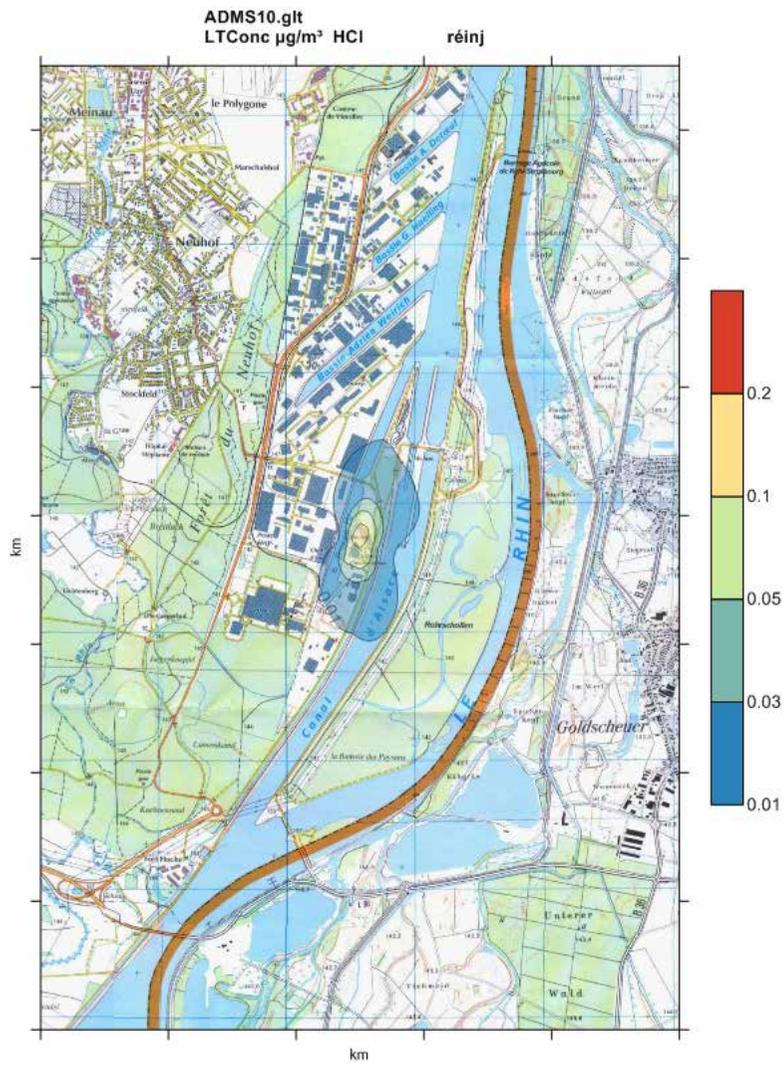
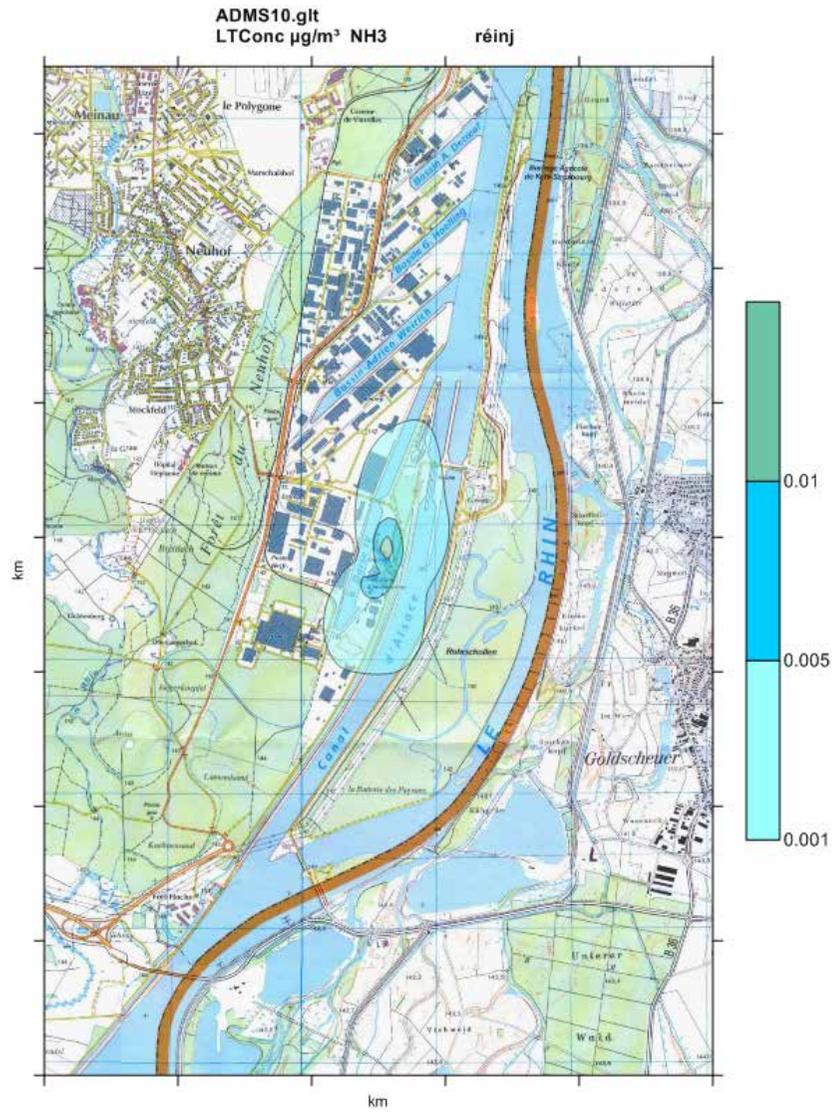


Figure 21 : Modélisation des concentrations en  $\text{NH}_3$  ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ )

UVO seules :



Ensemble du site :

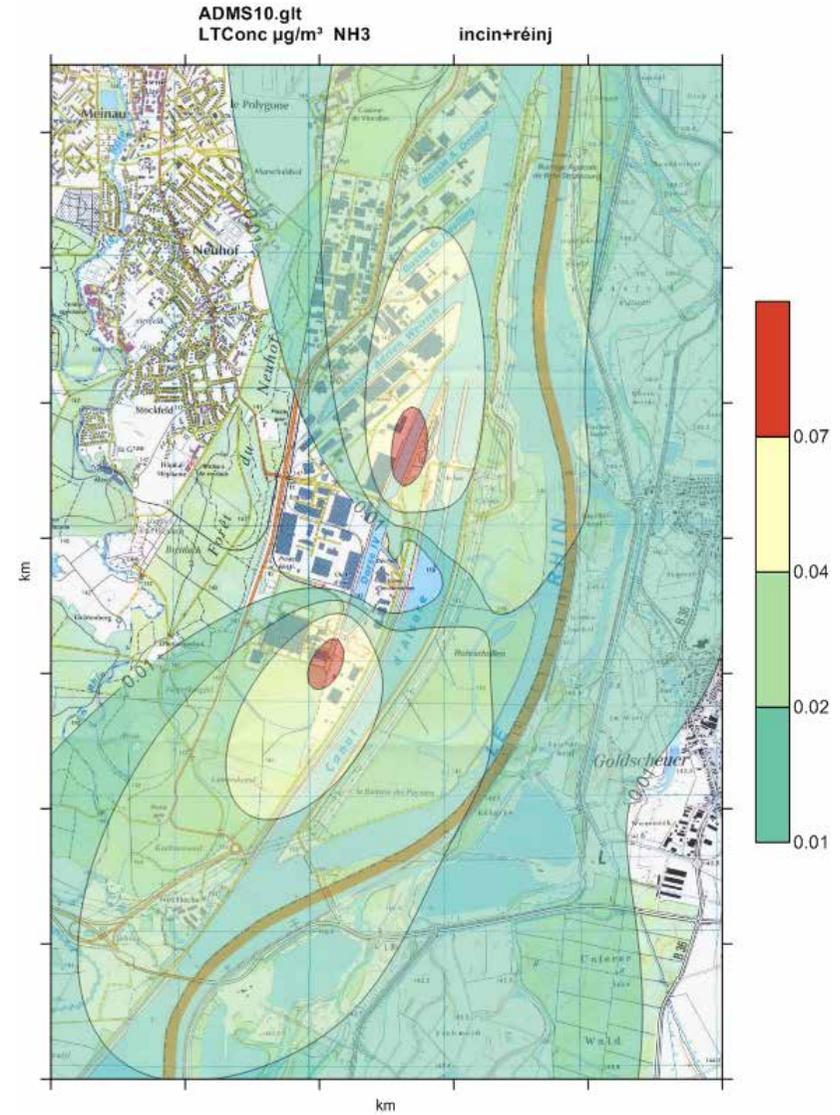
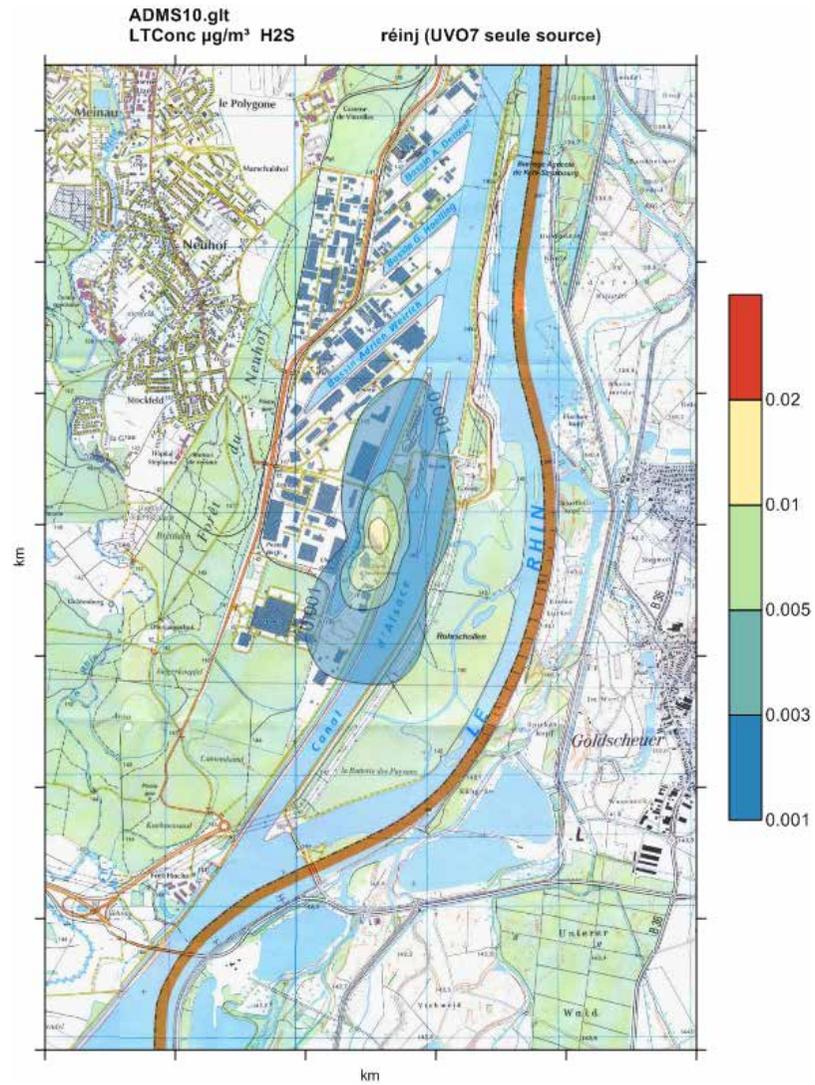


Figure 22 : Modélisation des concentrations en H<sub>2</sub>S (µg.m<sup>-3</sup>)

1 seule source :UVO 7



## ***Annexe 5 : Description du modèle multimédia***



## PRESENTATION DU MODELE MULTIMEDIA

**Modèle décrit plus précisément dans les rapports :**

INERIS, Bonnard 2003 (a) Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, partie 2 : exposition par voies indirectes. DRC-03-45956/ERSA-n°92-RBn-/GT-GICversion4.doc

INERIS, Bonnard 2004 - Mise à jour de l'étude d'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion. DRC-04-45956 / ERSa – n°226- RBn/révisionGT-GIC3.doc

### PRÉSENTATION DES EQUATIONS

Les unités des paramètres des équations sont données en grandeur (L : pour longueur, M : pour masse, T : pour temps, K : pour température).

### **CALCUL DE LA CONCENTRATION DE POLLUANT DANS LES SOLS**

**Cas d'un effet non cancérigène :** la concentration de polluant dans le sol est calculée au terme de la période de fonctionnement de l'installation. A l'instant t, la concentration de polluant dans le sol est donnée par l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dC_s(t)}{dt} = -k \times C_s + D_s$$

$$C_s(t) = \frac{D_s}{k} \times (1 - e^{-kt})$$

avec  $C_s$  : Concentration de polluant dans le sol à l'instant t (M/M de sol),

$C_s = 0$  à l'instant  $t = 0$ ,

k : Constante d'atténuation (pouvant être liée aux phénomènes d'érosion, de ruissellement, de volatilisation, de lixiviation et de dégradation) ( $T^{-1}$ ),

$D_s$  : Dépôts particulaire et gazeux de polluant au sol (M/M de sol/T)

( $t = 30$  ans pour le calcul des expositions dans le cas d'un effet non cancérigène)

**Cas d'un effet cancérigène :** lorsque la période d'exposition est incluse dans la durée de fonctionnement de l'installation, la concentration moyenne de polluant dans le sol pendant la période d'exposition se calcule de la façon suivante :

$$\bar{C}_s = \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} \frac{D_s}{k} \times (1 - e^{-kt}) dt$$

avec  $C_v$  : Concentration moyenne de polluant dans le sol de  $T_1$  à  $T_2$  (M/M de sol),

$T_1$  : début de la période d'exposition (ici  $T_1=0$ ),

$T_2$  : fin de la période d'exposition ( $T_2= 30$  ans).

Si la constante d'atténuation du polluant dans le sol est nulle (hypothèse retenue dans l'étude du GT-GIC), la concentration de polluant dans le sol à l'instant t se réduit à l'expression suivante :

et la concentration moyenne sur la durée d'exposition s'exprime par l'équation suivante :

$$\bar{C}_s = \frac{D_s}{2} \times (T_2 + T_1)$$

## CALCUL DE LA CONCENTRATION DE POLLUANT DANS LES VÉGÉTAUX

La contamination des végétaux peut être la résultante de trois phénomènes : le dépôt particulaire et l'absorption foliaire de polluant sous forme gazeuse par la partie aérienne des végétaux, non protégée par une enveloppe et le transfert racinaire à partir du sol, d'où :

$$C_p = C_{dp} \times \theta_p + C_{cp} + C_{rp}$$

avec Cp : Concentration totale de polluant dans la plante (M/M de plante fraîche),  
 Cdp : Concentration de polluant dans la plante liée au dépôt particulaire (M/M de plante sèche),  
 Ccp : Concentration de polluant dans la plante liée à l'absorption foliaire (M/M de plante fraîche),  
 Crp : Concentration de polluant dans la plante liée au transfert racinaire à partir du sol (M/M de plante fraîche),  
 θP : Teneur en matière sèche de la plante.

### Calcul de la concentration de polluant dans la plante liée au dépôt particulaire

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

avec Dp : Dépôt particulaire (M/L<sup>2</sup>/T),  
 Rp : Fraction interceptée du dépôt (-),  
 kp : Coefficient de réduction de la concentration déposée sur les végétaux par augmentation de la biomasse, érosion par le vent et lessivage (T<sup>-1</sup>),  
 Tp : Durée d'exposition à la contamination pendant la saison de croissance (T),  
 Yp : Rendement de la culture (M de plante sèche/L<sup>2</sup>).

### Calcul de la concentration de polluant dans la plante liée à l'absorption foliaire

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

avec Bv : Coefficient de biotransfert air-plante (L<sup>3</sup> d'air/M de plante fraîche),  
 Ca : Concentration de polluant dans l'air (sous forme particulaire et gazeuse) (M/L<sup>3</sup>),  
 Fv : Fraction de polluant sous forme gazeuse (-),  
 VG : facteur correctif empirique (pour tenir compte du transfert réduit des polluants vers l'intérieur de la plante à vocation alimentaire et de la réduction de la contamination due aux techniques de préparation).  
 VG = 0,01 pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau supérieur à 10000 et VG = 1 pour les polluants ayant un coefficient de partage octanol-eau inférieur à 10000.

### Calcul de la concentration de polluant dans la plante liée au transfert racinaire à partir du sol

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

avec Br : Coefficient de biotransfert sol-plante (M de sol/M de plante fraîche),  
 Cs : Concentration de polluant dans le sol (M/M de sol).

## CALCUL DE LA CONCENTRATION DE POLLUANT DANS LES PRODUITS D'ORIGINE ANIMALE (LAIT, VIANDE, OEUFS)

$$C_i = (Q_{pi} \times C_{pi} + Q_{si} \times C_s \times B_s) \times B_a$$

avec  $C_i$  : Concentration de polluant dans le produit  $i$  considéré (M/M fraîche de produit),

$Q_{pi}$  : Quantité de végétaux  $p$  consommée quotidiennement par l'animal producteur (M fraîche de plantes/T),

$C_{pi}$  : Concentration de polluant dans la plante  $p$  consommée par l'animal producteur (M/M fraîche de plante),

$Q_{si}$  : Quantité de sol ingéré quotidiennement par l'animal producteur (M de sol/T),

$C_s$  : Concentration de polluant dans le sol (M/M de sol),

$B_s$  : Facteur de biodisponibilité relative du polluant dans le sol par rapport à la biodisponibilité du polluant dans les végétaux consommés par l'animal (-),

$B_a$  : Facteur de biotransfert du polluant dans le produit  $i$  (T/M fraîche de produit).

## CALCUL DE LA CONCENTRATION DE POLLUANT DANS LE LAIT MATERNEL

$$C_{lm} = E \times P \times B_{lm} \times t_{mg}$$

avec  $E$  : Dose totale d'exposition journalière de la femme allaitante (M/M de poids corporel/T).  $E$  est calculée à partir de la dose totale d'exposition pour la classe d'âge de plus de 15 ans.

$P$  : Poids de la femme allaitante (M),

$B_{lm}$  : Facteur de biotransfert dans les lipides du lait maternel (T/M de lipides),

$t_{mg}$  : Taux de lipides dans le lait maternel (-).

## CALCUL DES DOSES D'EXPOSITION DES CIBLES CONSIDÉRÉES

$$E = E_s + \sum_j E_j$$

avec  $E$  : Dose totale d'exposition (M/M de poids corporel/T),

$E_s$  : Dose d'exposition par ingestion de sol (M/M de poids corporel/T),

$E_j$  : Dose d'exposition liée à l'ingestion de l'aliment  $i$  ( $i$  : correspondant aux légumes-feuilles, aux légumes-fruits, aux légumes-racines, aux fruits, à la viande de volaille, aux oeufs, aux autres viandes et aux produits laitiers) (M/M de poids corporel/T),

### Dose d'exposition liée à l'ingestion de sol

$$E_s = \frac{Q_s \times C_s \times B_s}{P} \times F / 365$$

avec  $Q_s$  : Quantité de sol ingéré par jour par la cible (M de sol/T),

$C_s$  : Concentration de polluant dans le sol (M/M de sol),

$B_s$  : Facteur de biodisponibilité relative du polluant dans le sol par rapport à la biodisponibilité du polluant dans les végétaux (-),

$F$  : Nombre de jours d'exposition par an,

$P$  : Poids de la cible (M).

### Dose d'exposition liée à l'ingestion d'aliment

avec  $Q_j$  : Quantité d'aliment  $i$  considéré ingéré par jour par la cible (M de sol/T),

$C_i$  : Concentration de polluant dans l'aliment  $i$  considéré (M/M fraîche de produit)

$f_i$  : fraction d'aliment  $i$  provenant de la zone d'exposition,

$F$  : Nombre de jours d'exposition par an,

$P$  : Poids de la cible (M).

## CALCUL DES RISQUES

## Effets cancérigènes

---

avec ERI : Excès de risque individuel (-),

ERU : Excès de risque unitaire (M/M de poids corporel/T)<sup>1</sup>,

Ej : Dose d'exposition calculée pour la classe d'âge j (M/M de poids corporel/T),

Tj : Durée d'exposition associée à la classe d'âge j (T).

## Effets non cancérigènes

---

avec IRj : Indice de risque pour la classe d'âge j (-),

Ej : Dose d'exposition calculée pour la classe d'âge j (M/M de poids corporel/T),

DJT : Dose journalière tolérable (M/M de poids corporel/T).

## PRÉSENTATION DES PARAMÈTRES

### PARAMÈTRES D'EXPOSITION

#### Paramètres du sol

Selon la voie d'exposition considérée, il a été supposé que le dépôt de polluant était homogénéisé sur :

- 1 cm d'épaisseur (sol ingéré directement par l'homme et les animaux,
- 10 cm d'épaisseur (contamination de l'herbe de pâturage par transfert racinaire),
- 20 cm d'épaisseur (contamination des autres végétaux par transfert racinaire).

Dans les trois cas, les mêmes propriétés physico-chimiques ont été attribuées au sol. Les valeurs utilisées sont reprises de la méthode de calcul des valeurs de constat d'impact dans les sols (INERIS(a), 2001).

#### Paramètres relatifs aux végétaux

Ils sont issus de la documentation de la méthode HHRAP (USEPA, 1998) et pour quelques-uns, en l'absence de données dans HHRAP, de la référence IRSN, 1997.

Type de plante	T <sub>s</sub> (-)	Y <sub>p</sub> (Kg sec/m <sup>3</sup> )	R <sub>p</sub> (-)	k <sub>p</sub> (an <sup>-1</sup> )	T <sub>p</sub> (an)
Herbe	0,2	0,24	0,5	18	0,12
Légumes feuilles	0,086	0,246	0,215	18	0,164
Légumes fruits	0,063	10,52	0,996	18	0,164
Légumes racines	0,2	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Fruits	0,15	0,252	0,053	18	0,164
Céréales	0,882	n.a.	n.a.	n.a.	,.a.

n.a. : non appliqué

## **Paramètres relatifs aux animaux**

Les valeurs des paramètres sont issues de la documentation de la méthode HHRAP (USEPA, 1998), de l'IRSN (Calmon, 2002) et de la publication de Stephens (1995). Les quantités d'aliments ( $Q_{pi}$ ) et de sol ( $Q_{si}$ ) ingérées par les bœufs, vaches et poules sont indiquées dans le tableau suivant.

Type d'animaux	Type de végétaux	$Q_{pi}$ (kg frais/j)	$Q_{si}$ (kg/j)
Bœuf	Herbe	60	0,5
Vache laitière	Herbe	80	0,64
Volailles	céréales	0,2	0,02

## **Paramètres relatifs aux cibles humaines**

### **Ingestion de sol**

Les quantités de sol ingérées utilisées dans le cadre du scénario dit «sensible» pour la définition des valeurs de constat d'impact lié aux sols pollués (INERIS(a),2001) sont de 150 mg pour les enfants de moins de 6 ans, et de 50 mg pour les enfants de 6 ans et plus et les adultes.

### **Quantité d'aliments ingérés**

Les consommations alimentaires sont issues de deux études : l'étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon 1997 (Boggio, 1999) et l'enquête INCA2 de 2005-2006 (AFSSA, 2009). L'étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon 1997 donne les consommations alimentaires des enfants âgés de 15 jours à 18 mois et l'enquête INCA2 rapporte les consommations alimentaires des individus âgés de plus de 3 ans. Par rapport à l'étude pour le GT-GIC (INERIS, 2004), les consommations sont calculées de la même manière, avec une mise à jour prenant en compte les nouvelles études (AFSSA, 2009 et INVS, 2009).

En complément de l'étude INCA2, la répartition entre les types de légumes (légumes-feuilles, légumes-fruits et légumes-racines) est déterminée à partir des données de l'étude INSEE de 1991; et celle entre les viandes de bœuf/veau agneau d'une part et porc/charcuterie d'autre part à partir de la consommation de la population générale dans le rapport INVS (2009).

Selon les classes d'âge, les valeurs de poids corporels utilisées sont, soit issues de l'étude Alliance-SOFRES-CHU/Dijon 1997 (de 0 à 18 mois), soit calculées à partir des données de Burmaster reprises dans le document de l'USEPA, 1997 (pour les 1,5-15 ans), soit reprises de l'étude INSEE de 1991 (moyenne entre les hommes et les femmes pour les plus de 20 ans).

Les consommations moyennes pour la population générale française ont été calculées pour chaque classe d'âge à partir des types d'aliments reportés dans chacune de ces études.

*Tableau: Consommation alimentaire moyenne par classes d'âge et types d'aliment*

âges	unité	0-0,5	0,5-2	3-5	6-10	11-17	adulte
<b>poids moyen</b>	<b>kg</b>	6	11	17	25	59	67
<b>sol (mg/j)</b>	<b>mg/j</b>	0	150	150	50	50	50
<b>volailles+gibiers</b>	<b>g/j</b>		9	17	17	24	32
<b>bœuf, veau, agneau</b>	<b>g/j</b>		27	29	29	40	43
<b>porc+charcuterie</b>	<b>g/j</b>		25	27	27	34	41
<b>légumes-feuilles</b>	<b>g/j</b>		26	31	31	35	59
<b>légumes-fruits</b>	<b>g/j</b>		32	24	24	27	46
<b>légumes-racines</b>	<b>g/j</b>		87	64	64	79	93
<b>fruits+compotes</b>	<b>g/j</b>		82	89	89	81	158
<b>œufs</b>	<b>g/j</b>		11	10	10	11	15
<b>lait et produits laitiers*</b>	<b>ml/j</b>		420	310	310	258	212
	<b>g MG/j</b>		7	20	20	23	27
<b>lait maternel (ml/j)</b>	<b>ml/j</b>	700					

\* Les dioxines sont des substances très lipophiles. Elles ont donc tendance à se concentrer dans la fraction lipidique des aliments. Compte-tenu des propriétés des dioxines, il est plus pertinent d'évaluer la quantité de dioxines ingérée par le biais des produits laitiers en exprimant la consommation en quantité de matière grasse (MG) via les différents aliments d'origine laitière.

## Pourcentage d'aliments d'origine locale

Seule une partie de l'alimentation est supposée contaminée par les émissions de polluants étudiées. A cette fin, pour chacune des catégories d'aliments présentées ci-dessus un pourcentage de production locale est défini. Ce pourcentage est calculé à partir des données de l'enquête alimentaire présentée dans le rapport INVS (2009). Il correspond au rapport entre les consommations moyennes d'aliments produits localement sur les consommations moyennes totales, d'une part, pour la population générale, et d'autre part, pour les « autoconsommateurs », c'est-à-dire les personnes consommant pour chaque type d'aliment au moins une part de produits locaux. Les chiffres correspondent donc à une sous-population consommant davantage de produits locaux que la population générale.

*Tableau: Pourcentage de consommation d'aliments produits localement par sous-populations et types d'aliment*

Sous-population :	générale	autoconsommateurs
Légumes-feuilles	23%	31%
Légumes-racines	28%	53%
Légumes-fruits	23%	31%
Fruits	14%	20%
Lait	8%	66%
Œufs	26%	56%
Viande bœuf / veau/agneau	5%	37%
Viande porc	3%	29%
Viande volaille	11%	35%

## **PARAMÈTRES DE TRANSFERT**

### **Dioxines**

Un jeu de données pour représenter le devenir dans l'environnement et les transferts dans les matrices biologiques de la 2,3,7,8 tétrachlorodibenzodioxine (2,3,7,8 TCDD) et des autres congénères chlorés aux positions 2,3,7,8 a été défini. Ces données et les raisons des choix opérés entre les différentes valeurs disponibles ont été présentées dans un rapport spécifique (INERIS, Bonnard 2003 (b)).

Pour l'évaluation de l'exposition aux dioxines émises par de grandes installations de combustion (incinérateurs par exemple), les mesures à l'émission qui ont pu être consultées indiquent qu'en général le congénère le plus émis en équivalent toxique (TEQ) est assez nettement la 2,3,4,7,8-PCDD (environ 50%, voir INERIS, 2004). Aussi, en premier niveau d'approche et à défaut de données sur la répartition des dioxines émises, il est possible d'utiliser les propriétés physicochimiques et les facteurs de transfert de ce congénère pour modéliser le comportement de l'ensemble des dioxines. Une analyse de sensibilité (INERIS, 2004) a montré que cette approche surestime les concentrations dans les matrices animales de l'ordre de 10% à 30%.

### **Métaux (à l'exception du mercure)**

Les transferts dans les végétaux et les tissus animaux sont décrits à l'aide des coefficients de transferts recensés par l'IRSN (1997, 2001 et 2002) utilisés dans le cadre de l'étude du Groupe Radioécologique Nord-Cotentin (GRNC) dont les rapports sont publiés sur le site de l'INRS.

### **Mercure**

La modélisation du transfert du mercure dans les différents compartiments environnementaux a été réalisée, en suivant la méthode définie par le document HHRAP. D'après ce document, seule une partie du mercure émis dans l'atmosphère se dépose à courte distance (cette fraction est estimée à 48% de la quantité émise). Ce mercure en grande partie sous forme vapeur (fraction retenue : 90%) se présente sous la forme de Hg<sup>0</sup>. Une fois déposée, une faible proportion de mercure passe sous forme organique dans le sol (proportion recommandée : 2%) et dans les compartiments végétaux et animaux (proportion recommandée : 22%). La modélisation du transfert du mercure dans les différents compartiments environnementaux a donc été réalisée en considérant les coefficients de transfert propres aux deux espèces suivantes : HgCl<sub>2</sub> et méthylmercure. L'estimation des exposition et du risque, exprimée au final en mercure total, a été réalisée en prenant en compte les valeurs de paramètres fournies dans les annexes du document HHRAP, et à défaut celles qui figurent dans les fiches toxicologiques de l'INERIS.

Tableau: Paramètres de transfert utilisés dans le modèle multimédia

	As	Cd	Pb	Ni	Mn	CrVI	Hginorg	Hgorg	2,3,4,7,8-PCDF
<b>Bioconcentration dans les végétaux</b>									
<b>air-plante</b>	(m <sup>3</sup> /kg frais)								
fourrage	0	0	0	0	0	0	2,36E+03	6,66E+02	1,23E+04
légumes-feuilles	0	0	0	0	0	0	1,30E+03	2,86E+02	1,23E+04
légumes-fruits	0	0	0	0	0	0	7,43E+02	2,10E+02	1,23E+04
fruits	0	0	0	0	0	0	1,77E+03	4,99E+02	1,23E+04
<b>sol-plante</b>	(kg sec/kg frais)								
herbe	2,9E-01	3,0E-01	4,4E-01	3,7E-02	4,9E-01	1,0E-02	9,9E-03	4,4E-02	0
légumes-feuilles	8,0E-02	3,0E-01	5,4E-02	1,0E-02	4,1E-02	5,2E-03	9,9E-03	4,4E-02	0
légumes-fruits	2,9E-01	3,0E-01	1,1E-02	2,6E-02	4,8E-02	1,0E-02	1,0E-03	2,1E-03	0
légumes-racines	8,0E-02	3,0E-01	4,1E-02	1,0E-02	1,5E-02	3,9E-03	7,2E-03	2,0E-02	2,28E-03
fruits	2,9E-01	3,0E-01	1,1E-02	2,6E-02	4,8E-02	1,0E-02	2,5E-03	5,0E-03	0
céréales	8,0E-02	3,0E-01	7,6E-03	2,6E-02	2,6E-01	2,9E-03	1,5E-02	3,0E-02	0
<b>Biotransfert animal (j/kg frais, sauf lait pour PCDF : j/g matières grasses)</b>									
viande de bœuf	2,0E-02	1,6E-02	2,5E-03	5,0E-03	5,0E-04	1,5E-02	5,2E-03	7,8E-04	2,9E-02
lait	1,0E-04	1,0E-03	6,9E-03	1,0E-02	1,0E-04	1,3E-03	2,3E-03	3,4E-04	1,6E-04
viande de volaille	2,0E-02	1,6E-02	1,2E+00	5,0E-03	7,0E-02	1,5E-02	2,4E-02	3,6E-03	2,0E+01
œuf	2,0E-02	2,0E-02	1,2E+00	4,0E-01	7,0E-02	1,5E-02	2,4E-02	3,6E-03	2,9E+01
<b>Biotransfert vers le lait maternel (j/l)</b>									
lait maternel									6,3

## REFERENCES ANNEXE 5

AFSSA, 2009 - Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires 2 (INCA 2) 2006-2007

Boggio, Grossiord, Guyon, Fuchs, Fantino, Consommation alimentaire des nourrissons et des enfants en bas âge en France en 1997, Archives Pédiatrique, 6, 740-747, 1999

INERIS 2001 (a), Bonnard, Hulot, Lévêque, Méthode de calcul des valeurs de constat d'impact dans les sols, DRC-01-25587/DESP-R01, Novembre 2001

INERIS 2001 (b), Bonnard, Les modèles multimédia pour l'évaluation des expositions liées aux émissions atmosphériques des installations classées, DRC-01-25584-ERSA-RBn-n°445, 2001

INERIS, Bonnard 2003 (a) Évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion, partie 2 : exposition par voies indirectes. DRC-03-45956/ERSA-n°92-RBn-/GT-GICversion4.doc

INERIS, Bonnard 2003 (b), Paramètres physico-chimiques de transfert des dioxines pour l'évaluation des risques, DRC-03-45959 / ERSA-n°272-RBn, 2003

INERIS, Bonnard 2004 - Mise à jour de l'étude d'évaluation de l'impact sur la santé des rejets atmosphériques des tranches charbon d'une grande installation de combustion. DRC-04-45956 / ERSA – n°226- RBn/révisionGT-GIC3.doc

INSEE, Bertrand, Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1991

InVS (2000) Etude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France, 2000,

INVS (2009) - Étude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères – Rapport d'étude. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, février 2009

IRSN (1997), Rommens, Etude bibliographique et choix des données par défaut pour les logiciels de calcul des impacts dosimétriques, Note technique SEGR/SAER/97 n°25

IRSN (2001), Beaugelin-Sellier, Adaptation du modèle de transfert GT3-GRNC dans un écosystème agricole aux polluants inorganiques non radioactifs, Paramètres de transfert, DPRE/SERLAB/01

IRSN (2002), Ringard, Rommes, Duffa. Adaptation du programme de calcul du GRNC volet radiologique au volet chimique. Note technique SEGR/SAER/01-64

IRSN, Calmon (2002), méthodologie d'étude d'impact "métaux lourds", document distribué en groupe de travail, 2002

Stephens, Petreas, Hayward (1995) Biotransfer and bioaccumulation of dioxins and furans from soil: chickens as a model for foraging animals, The science of total environment, 175, 253-273, 1995

USEPA (1998), HHRAP : Human Health Risk Assessment Protocol for hazardous waste combustion facilities, Peer review draft, Office of Solid Waste, 1998, EPA/530/0-98/001A



## ***Annexe 6 : Résultats de la modélisation multimédia***



Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ): 1,15E-06**Concentration dans le sol**

	Unité	Vincelles
dépôt journalier	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	9,95E-02
/an	/an	365
durée de fonctionnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	1,09E+03
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	3,63E+01
densité du sol	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,3
Csol-légume (dans 20 cm)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	4,19E+00
Csol-herbe (dans 10 cm)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	8,38E+00
Csol-jeu (dans 1 cm)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	8,38E+01

**Données d'entrée concernant :**

installation
substance
cible

**Concentration dans les végétaux**

	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Lieu:	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	3,63E+01	3,63E+01	3,63E+01	3,63E+01	3,63E+01	3,63E+01
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	$\text{kg MS}/\text{m}^2$	0,246	10,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$	1,67E+00	1,81E-01	4,02E-01	sans objet	3,72E+00	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	1,44E-01	1,14E-02	6,03E-02	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		8,00E-02	2,90E-01	2,90E-01	8,00E-02	2,90E-01	8,00E-02
Cveg-sol (MF)	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	3,35E-01	1,22E+00	1,22E+00	3,35E-01	2,43E+00	3,35E-01
Cveg-sol (MS)	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					1,22E+01	3,80E-01
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Cveg-tot (MF)	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	4,79E-01	1,23E+00	1,28E+00	3,35E-01		
Cveg-tot (MS)	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					1,59E+01	3,80E-01

**Concentration dans les produits animaux****Concentration dans le lait animal**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	16	0,64	20
Blaire	$\text{j}/\text{L}$	1,00E-04		
Clait	$\mu\text{g}/\text{L}$	3,08E-02		

**Concentration dans les œufs**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	$\text{j}/\text{kg}$	2,00E-02		
Cœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	3,49E-02		

**Concentration dans la viande de bœuf**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	12	0,5	20
Bbœuf	$\text{j}/\text{kg}$ viande fraîche	2,00E-02		
Cbœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	4,65E+00		

**Concentration dans la viande de volaille**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	$\text{j}/\text{kg}$ viande fraîche	2,00E-02		
Cvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$	3,49E-02		

**Doses journalières d'exposition**

	unité	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte	
Q sol	$\text{mg}/\text{j}$	150	150	50	50	50	Lieu: Vincelles
DJE sol	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,1E-03	7,4E-04	1,7E-04	7,1E-05	6,3E-05	
Q légumes feuilles	$\text{g}/\text{j}$	8	10	10	11	18	
DJE légumes feuille	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	3,5E-04	2,7E-04	1,9E-04	8,8E-05	1,3E-04	
Q légumes fruits	$\text{g}/\text{j}$	10	8	8	8	14	
DJE légumes fruits	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,1E-03	5,4E-04	3,7E-04	1,8E-04	2,6E-04	
Q fruits	$\text{g}/\text{j}$	16	18	18	16	32	
DJE fruits	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,9E-03	1,3E-03	9,1E-04	3,5E-04	6,0E-04	
Q légumes racines (dont pom)	$\text{g}/\text{j}$	46	34	34	42	49	
DJE leg racine	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,4E-03	6,7E-04	4,6E-04	2,4E-04	2,5E-04	
Q lait	$\text{L}/\text{j}$	0,28	0,20	0,20	0,17	0,14	
DJE lait	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	7,8E-04	3,7E-04	2,5E-04	8,9E-05	6,4E-05	
Q œuf	$\text{g}/\text{j}$	6	6	6	6	9	
DJE œuf	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,9E-05	1,2E-05	8,1E-06	3,5E-06	4,5E-06	
Q viande bœuf	$\text{g}/\text{j}$	10	11	11	15	16	
DJE bœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	4,2E-03	3,0E-03	2,0E-03	1,2E-03	1,1E-03	
Q viande volaille	$\text{g}/\text{j}$	3	6	6	8	11	
DJE volaille	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	9,8E-06	1,2E-05	8,2E-06	5,0E-06	5,8E-06	
P (kg)	$\text{kg}$	11	17	25	59	67	
F	sans unité	1	1	1	1	1	
DJE ingestion TOTALE	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,09E-02	6,92E-03	4,37E-03	2,18E-03	2,49E-03	
DJE vie entière	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,64E-03					(30 ans d'exposition)

**Risque**

	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte	
VTR à seuil	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	4,50E-01				
IR		2E-02	2E-02	1E-02	5E-03	6E-03
ERU (sans seuil)	$(\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$	1,50E-03				
ERI		2,5E-06				

**Contribution des voies d'exposition**

%	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol	11	11	4	3	3
Légumes feuilles	3	4	4	4	5
Légumes fruits	10	8	8	8	10
Fruits	17	19	21	16	24
Légumes racines	13	10	10	11	10
Lait	7	5	6	4	3
Œufs	0	0	0	0	0
Viande de bœuf / veau	38	43	46	53	45
Viande volaille	0	0	0	0	0
	100	100	100	100	100

Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ): 5,77E-07**Concentration dans le sol**

	Unité	Vincelles
dépôt journalier	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	4,99E-02
/an	/an	365
durée de fontonnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	5,46E+02
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	1,82E+01
densité du sol	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,3
<b>Csol-legume (dans 20 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>2,10E+00</b>
<b>Csol-herbe (dans 10 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>4,20E+00</b>
<b>Csol-jeu (dans 1 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>4,20E+01</b>

**Données d'entrée concernant :**

installation
substance
cible

**Concentration dans les végétaux**

	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Lieu:	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	1,82E+01	1,82E+01	1,82E+01	1,82E+01	1,82E+01	1,82E+01
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	$\text{kg MS}/\text{m}^2$	0,246	10,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$	<b>8,38E-01</b>	<b>9,07E-02</b>	<b>2,02E-01</b>	sans objet	<b>1,86E+00</b>	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>7,20E-02</b>	<b>5,72E-03</b>	<b>3,02E-02</b>	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01	3,00E-01
<b>Cveg-sol (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>6,30E-01</b>	<b>6,30E-01</b>	<b>6,30E-01</b>	<b>6,30E-01</b>	<b>1,26E+00</b>	<b>6,30E-01</b>
<b>Cveg-sol (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>6,30E+00</b>	<b>7,14E-01</b>
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
<b>Cveg-tot (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>7,02E-01</b>	<b>6,36E-01</b>	<b>6,60E-01</b>	<b>6,30E-01</b>		
<b>Cveg-tot (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>8,16E+00</b>	<b>7,14E-01</b>

**Concentration dans les produits animaux****Concentration dans le lait animal**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	16	0,64	20
Blaït	$\mu\text{g}/\text{L}$	1,00E-03		
Clait	$\mu\text{g}/\text{L}$	1,58E-01		

**Concentration dans les œufs**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	2,00E-02		
Cœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	1,93E-02		

**Concentration dans la viande de bœuf**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	12	0,5	20
Bboeuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$ viande fraîche	1,60E-02		
Cboeuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	1,90E+00		

**Concentration dans la viande de volaille**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$ viande fraîche	1,60E-02		
Cvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$	1,55E-02		

**Doses journalières d'exposition**

	unité	autoconsommateurs					Lieu:
		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte	
Q sol	$\text{mg}/\text{j}$	150	150	50	50	50	Vincelles
<b>DJE sol</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>5,7E-04</b>	<b>3,7E-04</b>	<b>8,4E-05</b>	<b>3,6E-05</b>	<b>3,1E-05</b>	
Q légumes feuilles	$\text{g}/\text{j}$	8	10	10	11	18	
<b>DJE legumes feuille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>5,1E-04</b>	<b>4,0E-04</b>	<b>2,7E-04</b>	<b>1,3E-04</b>	<b>1,9E-04</b>	
Q légumes fruits	$\text{g}/\text{j}$	10	8	8	8	14	
<b>DJE legumes fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>5,8E-04</b>	<b>2,8E-04</b>	<b>1,9E-04</b>	<b>9,1E-05</b>	<b>1,3E-04</b>	
Q fruits	$\text{g}/\text{j}$	16	18	18	16	32	
<b>DJE fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>9,8E-04</b>	<b>6,9E-04</b>	<b>4,7E-04</b>	<b>1,8E-04</b>	<b>3,1E-04</b>	
Q légumes racines (dont pom)	$\text{g}/\text{j}$	46	34	34	42	49	
<b>DJE leg racine</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,6E-03</b>	<b>1,3E-03</b>	<b>8,6E-04</b>	<b>4,5E-04</b>	<b>4,6E-04</b>	
Q lait	$\text{L}/\text{j}$	0,28	0,20	0,20	0,17	0,14	
<b>DJE lait</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>4,0E-03</b>	<b>1,9E-03</b>	<b>1,3E-03</b>	<b>4,5E-04</b>	<b>3,3E-04</b>	
Q oeuf	$\text{g}/\text{j}$	6	6	6	6	9	
<b>DJE œuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,1E-05</b>	<b>6,6E-06</b>	<b>4,5E-06</b>	<b>1,9E-06</b>	<b>2,5E-06</b>	
Q viande bœuf	$\text{g}/\text{j}$	10	11	11	15	16	
<b>DJE bœuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,7E-03</b>	<b>1,2E-03</b>	<b>8,2E-04</b>	<b>4,8E-04</b>	<b>4,6E-04</b>	
Q viande volaille	$\text{g}/\text{j}$	3	6	6	8	11	
<b>DJE volaille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>4,4E-06</b>	<b>5,4E-06</b>	<b>3,7E-06</b>	<b>2,2E-06</b>	<b>2,6E-06</b>	
P (kg)	$\text{kg}$	11	17	25	59	67	
F	sans unité	1	1	1	1	1	
<b>DJE ingestion TOTALE</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,10E-02</b>	<b>6,13E-03</b>	<b>4,00E-03</b>	<b>1,82E-03</b>	<b>1,92E-03</b>	

**Risque**

	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
VTR à seuil	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	5,00E-01			
<b>IR</b>		<b>2E-02</b>	<b>1E-02</b>	<b>8E-03</b>	<b>4E-03</b>

**Contribution des voies d'exposition**

%	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol	5	6	2	2	2
Légumes feuilles	5	7	7	7	10
Légumes fruits	5	5	5	5	7
Fruits	9	11	12	10	16
Légumes racines	24	21	21	24	24
Lait	36	31	32	25	17
Œufs	0	0	0	0	0
Viande de bœuf / veau	16	20	21	26	24
Viande volaille	0	0	0	0	0
	100	100	100	100	100

Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ): 2,78E-08

## Concentration dans le sol

	Unité	Vincelles
dépôt journalier	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	2,40E-03
/an	/an	365
durée de fontionnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	2,63E+01
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	8,77E-01
densité du sol	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,3
<b>Csol-legume (dans 20 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>1,01E-01</b>
<b>Csol-herbe (dans 10 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>2,02E-01</b>
<b>Csol-jeu (dans 1 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>2,02E+00</b>

## Données d'entrée concernant :

installation
substance
cible

## Concentration dans les végétaux

	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Lieu:	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	8,77E-01	8,77E-01	8,77E-01	8,77E-01	8,77E-01	8,77E-01
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	$\text{kg MS}/\text{m}^2$	0,246	10,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$	<b>4,04E-02</b>	<b>4,37E-03</b>	<b>9,72E-03</b>	sans objet	<b>8,98E-02</b>	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>3,47E-03</b>	<b>2,76E-04</b>	<b>1,46E-03</b>	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		5,20E-03	1,00E-02	1,00E-02	3,90E-03	1,00E-02	2,90E-03
<b>Cveg-sol (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>5,26E-04</b>	<b>1,01E-03</b>	<b>1,01E-03</b>	<b>3,95E-04</b>	<b>2,02E-03</b>	<b>2,94E-04</b>
<b>Cveg-sol (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>1,01E-02</b>	<b>3,33E-04</b>
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
<b>Cveg-tot (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>4,00E-03</b>	<b>1,29E-03</b>	<b>2,47E-03</b>	<b>3,95E-04</b>		
<b>Cveg-tot (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>1,00E-01</b>	<b>3,33E-04</b>

## Concentration dans les produits animaux

## Concentration dans le lait animal

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	16	0,64	20
Blaït	/L	1,30E-03		
Clait	$\mu\text{g}/\text{L}$	3,76E-03		

## Concentration dans les œufs

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	/kg	1,50E-02		
Cœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	6,08E-04		

## Concentration dans la viande de bœuf

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	12	0,5	20
Bbœuf	/kg viande fraîche	1,50E-02		
Cbœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	3,32E-02		

## Concentration dans la viande de volaille

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	/kg viande fraîche	1,50E-02		
Cvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$	6,08E-04		

## Doses journalières d'exposition

	unité	autoconsommateurs					Lieu: Vincelles
		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte	
Q sol	$\text{mg}/\text{j}$	150	150	50	50	50	
<b>DJE sol</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,8E-05</b>	<b>1,8E-05</b>	<b>4,0E-06</b>	<b>1,7E-06</b>	<b>1,5E-06</b>	
Q légumes feuilles	$\text{g}/\text{j}$	8	10	10	11	18	
<b>DJE legumes feuille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,9E-06</b>	<b>2,3E-06</b>	<b>1,6E-06</b>	<b>7,4E-07</b>	<b>1,1E-06</b>	
Q légumes fruits	$\text{g}/\text{j}$	10	8	8	8	14	
<b>DJE legumes fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,2E-06</b>	<b>5,7E-07</b>	<b>3,9E-07</b>	<b>1,8E-07</b>	<b>2,7E-07</b>	
Q fruits	$\text{g}/\text{j}$	16	18	18	16	32	
<b>DJE fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,7E-06</b>	<b>2,6E-06</b>	<b>1,8E-06</b>	<b>6,8E-07</b>	<b>1,2E-06</b>	
Q légumes racines (dont pom)	$\text{g}/\text{j}$	46	34	34	42	49	
<b>DJE leg racine</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,6E-06</b>	<b>7,9E-07</b>	<b>5,4E-07</b>	<b>2,8E-07</b>	<b>2,9E-07</b>	
Q lait	$\text{L}/\text{j}$	0,28	0,20	0,20	0,17	0,14	
<b>DJE lait</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>9,5E-05</b>	<b>4,5E-05</b>	<b>3,1E-05</b>	<b>1,1E-05</b>	<b>7,9E-06</b>	
Q œuf	$\text{g}/\text{j}$	6	6	6	6	9	
<b>DJE œuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,3E-07</b>	<b>2,1E-07</b>	<b>1,4E-07</b>	<b>6,1E-08</b>	<b>7,8E-08</b>	
Q viande bœuf	$\text{g}/\text{j}$	10	11	11	15	16	
<b>DJE bœuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,0E-05</b>	<b>2,1E-05</b>	<b>1,4E-05</b>	<b>8,3E-06</b>	<b>7,9E-06</b>	
Q viande volaille	$\text{g}/\text{j}$	3	6	6	8	11	
<b>DJE volaille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,7E-07</b>	<b>2,1E-07</b>	<b>1,4E-07</b>	<b>8,7E-08</b>	<b>1,0E-07</b>	
P (kg)	$\text{kg}$	11	17	25	59	67	
F	sans unité	1	1	1	1	1	
<b>DJE ingestion TOTALE</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,62E-04</b>	<b>9,10E-05</b>	<b>5,38E-05</b>	<b>2,29E-05</b>	<b>2,03E-05</b>	

## Risque

		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
VTR à seuil	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	3,00E+00				
<b>IR</b>		<b>5E-05</b>	<b>3E-05</b>	<b>2E-05</b>	<b>8E-06</b>	<b>7E-06</b>

## Contribution des voies d'exposition

	%	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol		17	20	8	7	7
Légumes feuilles		2	3	3	3	5
Légumes fruits		1	1	1	1	1
Fruits		2	3	3	3	6
Légumes racines		1	1	1	1	1
Lait		59	50	57	47	39
Œufs		0	0	0	0	0
Viande de bœuf / veau		18	23	27	36	39
Viande volaille		0	0	0	0	0
		100	100	100	100	100

Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ): 1,55E-06

## Concentration dans le sol

	Unité	Vincelles
dépôt journalier	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	1,34E-01
/an	/an	365
durée de fontionnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	1,46E+03
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	4,88E+01
densité du sol	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,3
<b>Csol-legume (dans 20 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>5,63E+00</b>
<b>Csol-herbe (dans 10 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>1,13E+01</b>
<b>Csol-jeu (dans 1 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>1,13E+02</b>

## Données d'entrée concernant :

installation
substance
cible

## Concentration dans les végétaux

	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Lieu:	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	4,88E+01	4,88E+01	4,88E+01	4,88E+01	4,88E+01	4,88E+01
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	$\text{kg MS}/\text{m}^2$	0,246	10,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$	<b>2,24E+00</b>	<b>2,43E-01</b>	<b>5,40E-01</b>	sans objet	<b>4,99E+00</b>	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>1,93E-01</b>	<b>1,53E-02</b>	<b>8,10E-02</b>	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		4,10E-02	4,80E-02	4,80E-02	1,50E-02	4,90E-01	2,60E-01
<b>Cveg-sol (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>2,31E-01</b>	<b>2,70E-01</b>	<b>2,70E-01</b>	<b>8,44E-02</b>	<b>5,51E+00</b>	<b>1,46E+00</b>
<b>Cveg-sol (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>2,76E+01</b>	<b>1,66E+00</b>
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
<b>Cveg-tot (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>4,24E-01</b>	<b>2,85E-01</b>	<b>3,51E-01</b>	<b>8,44E-02</b>		
<b>Cveg-tot (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>3,26E+01</b>	<b>1,66E+00</b>

## Concentration dans les produits animaux

## Concentration dans le lait animal

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	16	0,64	20
Blaït	$\text{j}/\text{L}$	1,00E-04		
Clait	$\mu\text{g}/\text{L}$	5,93E-02		

## Concentration dans les œufs

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	$\text{j}/\text{kg}$	7,00E-02		
Cœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	1,78E-01		

## Concentration dans la viande de bœuf

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	12	0,5	20
Bboeuf	$\text{j}/\text{kg}$ viande fraîche	5,00E-04		
Cboeuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	2,24E-01		

## Concentration dans la viande de volaille

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	$\text{j}/\text{kg}$ viande fraîche	5,00E-02		
Cvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$	1,27E-01		

## Doses journalières d'exposition

	unité	autoconsommateurs					Lieu: Vincelles
		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte	
Q sol	$\text{mg}/\text{j}$	150	150	50	50	50	
<b>DJE sol</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,5E-03</b>	<b>9,9E-04</b>	<b>2,3E-04</b>	<b>9,5E-05</b>	<b>8,4E-05</b>	
Q légumes feuilles	$\text{g}/\text{j}$	8	10	10	11	18	
<b>DJE legumes feuille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,1E-04</b>	<b>2,4E-04</b>	<b>1,6E-04</b>	<b>7,8E-05</b>	<b>1,2E-04</b>	
Q légumes fruits	$\text{g}/\text{j}$	10	8	8	8	14	
<b>DJE legumes fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,6E-04</b>	<b>1,3E-04</b>	<b>8,6E-05</b>	<b>4,1E-05</b>	<b>6,1E-05</b>	
Q fruits	$\text{g}/\text{j}$	16	18	18	16	32	
<b>DJE fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>5,2E-04</b>	<b>3,7E-04</b>	<b>2,5E-04</b>	<b>9,6E-05</b>	<b>1,7E-04</b>	
Q légumes racines (dont pom)	$\text{g}/\text{j}$	46	34	34	42	49	
<b>DJE leg racine</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,5E-04</b>	<b>1,7E-04</b>	<b>1,2E-04</b>	<b>6,0E-05</b>	<b>6,2E-05</b>	
Q lait	$\text{L}/\text{j}$	0,28	0,20	0,20	0,17	0,14	
<b>DJE lait</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,5E-03</b>	<b>7,1E-04</b>	<b>4,9E-04</b>	<b>1,7E-04</b>	<b>1,2E-04</b>	
Q oeuf	$\text{g}/\text{j}$	6	6	6	6	9	
<b>DJE œuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>9,8E-05</b>	<b>6,1E-05</b>	<b>4,1E-05</b>	<b>1,8E-05</b>	<b>2,3E-05</b>	
Q viande bœuf	$\text{g}/\text{j}$	10	11	11	15	16	
<b>DJE bœuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,0E-04</b>	<b>1,4E-04</b>	<b>9,7E-05</b>	<b>5,6E-05</b>	<b>5,4E-05</b>	
Q viande volaille	$\text{g}/\text{j}$	3	6	6	8	11	
<b>DJE volaille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,6E-05</b>	<b>4,4E-05</b>	<b>3,0E-05</b>	<b>1,8E-05</b>	<b>2,1E-05</b>	
P (kg)	$\text{kg}$	11	17	25	59	67	
F	sans unité	1	1	1	1	1	
<b>DJE ingestion TOTALE</b>	<b><math>\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}</math></b>	<b>4,81E-03</b>	<b>2,86E-03</b>	<b>1,49E-03</b>	<b>6,33E-04</b>	<b>7,09E-04</b>	

## Risque

	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
VTR à seuil	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,40E+02			
<b>IR</b>		<b>3E-05</b>	<b>2E-05</b>	<b>1E-05</b>	<b>5E-06</b>

## Contribution des voies d'exposition

%	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol	32	35	15	15	12
Légumes feuilles	6	8	11	12	16
Légumes fruits	5	4	6	6	9
Fruits	11	13	17	15	23
Légumes racines	7	6	8	9	9
Lait	31	25	33	27	17
Œufs	2	2	3	3	3
Viande de bœuf / veau	4	5	6	9	8
Viande volaille	1	2	2	3	3
	100	100	100	100	100

Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ): 5,18E-07

## Concentration dans le sol

	Unité	Vincelles
dépôt journalier	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	4,47E-02
/an	/an	365
durée de fontionnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	4,90E+02
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	1,63E+01
densité du sol	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,3
<b>Csol-legume (dans 20 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>1,88E+00</b>
<b>Csol-herbe (dans 10 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>3,77E+00</b>
<b>Csol-jeu (dans 1 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>3,77E+01</b>

## Données d'entrée concernant :

installation
substance
cible

## Concentration dans les végétaux

	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Lieu:	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	1,63E+01	1,63E+01	1,63E+01	1,63E+01	1,63E+01	1,63E+01
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	$\text{kg MS}/\text{m}^2$	0,246	10,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$	<b>7,51E-01</b>	<b>8,14E-02</b>	<b>1,81E-01</b>	sans objet	<b>1,67E+00</b>	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>6,46E-02</b>	<b>5,13E-03</b>	<b>2,71E-02</b>	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		1,00E-02	2,60E-02	2,60E-02	1,00E-02	3,70E-02	2,60E-02
<b>Cveg-sol (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>1,88E-02</b>	<b>4,90E-02</b>	<b>4,90E-02</b>	<b>1,88E-02</b>	<b>1,39E-01</b>	<b>4,90E-02</b>
<b>Cveg-sol (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>6,97E-01</b>	<b>5,55E-02</b>
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
<b>Cveg-tot (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>8,34E-02</b>	<b>5,41E-02</b>	<b>7,61E-02</b>	<b>1,88E-02</b>		
<b>Cveg-tot (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>2,37E+00</b>	<b>5,55E-02</b>

## Concentration dans les produits animaux

## Concentration dans le lait animal

	Unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	16	0,64	20
Blaït	/L	1,00E-02		
Clait	$\mu\text{g}/\text{L}$	6,20E-01		

## Concentration dans les œufs

	Unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	/kg	4,00E-01		
Cœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	3,05E-01		

## Concentration dans la viande de bœuf

	Unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	12	0,5	20
Bboeuf	/kg viande fraîche	5,00E-03		
Cboeuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	2,36E-01		

## Concentration dans la viande de volaille

	Unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	/kg viande fraîche	5,00E-03		
Cvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$	3,82E-03		

## Doses journalières d'exposition

	unité	autoconsommateurs					Lieu:
		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte	
Q sol	$\text{mg}/\text{j}$	150	150	50	50	50	Vincelles
<b>DJE sol</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>5,1E-04</b>	<b>3,3E-04</b>	<b>7,5E-05</b>	<b>3,2E-05</b>	<b>2,8E-05</b>	
Q légumes feuilles	$\text{g}/\text{j}$	8	10	10	11	18	
<b>DJE legumes feuille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>6,0E-05</b>	<b>4,8E-05</b>	<b>3,2E-05</b>	<b>1,5E-05</b>	<b>2,3E-05</b>	
Q légumes fruits	$\text{g}/\text{j}$	10	8	8	8	14	
<b>DJE legumes fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>5,0E-05</b>	<b>2,4E-05</b>	<b>1,6E-05</b>	<b>7,7E-06</b>	<b>1,1E-05</b>	
Q fruits	$\text{g}/\text{j}$	16	18	18	16	32	
<b>DJE fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,1E-04</b>	<b>8,0E-05</b>	<b>5,4E-05</b>	<b>2,1E-05</b>	<b>3,6E-05</b>	
Q légumes racines (dont pom)	$\text{g}/\text{j}$	46	34	34	42	49	
<b>DJE leg racine</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>7,9E-05</b>	<b>3,8E-05</b>	<b>2,6E-05</b>	<b>1,3E-05</b>	<b>1,4E-05</b>	
Q lait	$\text{L}/\text{j}$	0,28	0,20	0,20	0,17	0,14	
<b>DJE lait</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,6E-02</b>	<b>7,5E-03</b>	<b>5,1E-03</b>	<b>1,8E-03</b>	<b>1,3E-03</b>	
Q œuf	$\text{g}/\text{j}$	6	6	6	6	9	
<b>DJE œuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,7E-04</b>	<b>1,0E-04</b>	<b>7,1E-05</b>	<b>3,0E-05</b>	<b>3,9E-05</b>	
Q viande bœuf	$\text{g}/\text{j}$	10	11	11	15	16	
<b>DJE bœuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,1E-04</b>	<b>1,5E-04</b>	<b>1,0E-04</b>	<b>5,9E-05</b>	<b>5,7E-05</b>	
Q viande volaille	$\text{g}/\text{j}$	3	6	6	8	11	
<b>DJE volaille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,1E-06</b>	<b>1,3E-06</b>	<b>9,0E-07</b>	<b>5,4E-07</b>	<b>6,4E-07</b>	
P (kg)	kg	11	17	25	59	67	
F	sans unité	1	1	1	1	1	
<b>DJE ingestion TOTALE</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,68E-02</b>	<b>8,25E-03</b>	<b>5,46E-03</b>	<b>1,97E-03</b>	<b>1,50E-03</b>	

## Risque

		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
VTR à seuil	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	2,00E+01				
<b>IR</b>		<b>8E-04</b>	<b>4E-04</b>	<b>3E-04</b>	<b>1E-04</b>	<b>8E-05</b>

## Contribution des voies d'exposition

%	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol	3	4	1	2	2
Légumes feuilles	0	1	1	1	2
Légumes fruits	0	0	0	0	1
Fruits	1	1	1	1	2
Légumes racines	0	0	0	1	1
Lait	93	91	93	91	86
Œufs	1	1	1	2	3
Viande de bœuf / veau	1	2	2	3	4
Viande volaille	0	0	0	0	0
	100	100	100	100	100

Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ): 3,94E-06

## Concentration dans le sol

	Unité	Vincelles
dépôt journalier	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	3,40E-01
/an	/an	365
durée de fontionnement(Tf)	années	30
dépôt tot sur Tf	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	3,73E+03
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	1,24E+02
densité du sol	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,3
<b>Csol-legume (dans 20 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>1,43E+01</b>
<b>Csol-herbe (dans 10 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>2,87E+01</b>
<b>Csol-jeu (dans 1 cm)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}$	<b>2,87E+02</b>

## Données d'entrée concernant :

installation
substance
cible

## Concentration dans les végétaux

	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Lieu:	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02	1,24E+02
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
Kp, coeff de perte	années-1	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	$\text{kg MS}/\text{m}^2$	0,246	10,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$	<b>5,72E+00</b>	<b>6,19E-01</b>	<b>1,38E+00</b>	sans objet	<b>1,27E+01</b>	sans objet
<b>Cveg-dépôt (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>4,92E-01</b>	<b>3,90E-02</b>	<b>2,06E-01</b>	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
BCF frais		5,40E-02	1,10E-02	1,10E-02	4,10E-02	4,40E-01	7,60E-03
<b>Cveg-sol (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>7,74E-01</b>	<b>1,58E-01</b>	<b>1,58E-01</b>	<b>5,88E-01</b>	<b>1,26E+01</b>	<b>1,09E-01</b>
<b>Cveg-sol (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>6,31E+01</b>	<b>1,24E-01</b>
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
<b>Cveg-tot (MF)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MF}$	<b>1,27E+00</b>	<b>1,97E-01</b>	<b>3,64E-01</b>	<b>5,88E-01</b>		
<b>Cveg-tot (MS)</b>	$\mu\text{g}/\text{kg MS}$					<b>7,58E+01</b>	<b>1,24E-01</b>

## Concentration dans les produits animaux

## Concentration dans le lait animal

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	16	0,64	20
Blaït	/L	6,90E-03		
Clait	$\mu\text{g}/\text{L}$	9,63E+00		

## Concentration dans les œufs

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	/kg	1,20E+00		
Cœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	6,91E+00		

## Concentration dans la viande de bœuf

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	12	0,5	20
Bboeuf	/kg viande fraîche	2,50E-03		
Cboeuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$	2,63E+00		

## Concentration dans la viande de volaille

	unité	grain	sol	eau
Qpi	$\text{kg MS}/\text{j}$ ou $\text{L}/\text{j}$	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	/kg viande fraîche	1,20E+00		
Cvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$	6,91E+00		

## Doses journalières d'exposition

	unité	autoconsommateurs					Lieu: Vincelles
		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte	
Q sol	$\text{mg}/\text{j}$	150	150	50	50	50	
<b>DJE sol</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,9E-03</b>	<b>2,5E-03</b>	<b>5,7E-04</b>	<b>2,4E-04</b>	<b>2,1E-04</b>	
Q légumes feuilles	$\text{g}/\text{j}$	8	10	10	11	18	
<b>DJE legumes feuille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>9,2E-04</b>	<b>7,2E-04</b>	<b>4,9E-04</b>	<b>2,3E-04</b>	<b>3,5E-04</b>	
Q légumes fruits	$\text{g}/\text{j}$	10	8	8	8	14	
<b>DJE legumes fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,8E-04</b>	<b>8,7E-05</b>	<b>5,9E-05</b>	<b>2,8E-05</b>	<b>4,2E-05</b>	
Q fruits	$\text{g}/\text{j}$	16	18	18	16	32	
<b>DJE fruits</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>5,4E-04</b>	<b>3,8E-04</b>	<b>2,6E-04</b>	<b>1,0E-04</b>	<b>1,7E-04</b>	
Q légumes racines	$\text{g}/\text{j}$	46	34	34	42	49	
<b>DJE leg racine</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,5E-03</b>	<b>1,2E-03</b>	<b>8,0E-04</b>	<b>4,2E-04</b>	<b>4,3E-04</b>	
Q lait	$\text{L}/\text{j}$	0,28	0,20	0,20	0,17	0,14	
<b>DJE lait</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,4E-01</b>	<b>1,2E-01</b>	<b>7,9E-02</b>	<b>2,8E-02</b>	<b>2,0E-02</b>	
Q oeuf	$\text{g}/\text{j}$	6	6	6	6	9	
<b>DJE œuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>3,8E-03</b>	<b>2,4E-03</b>	<b>1,6E-03</b>	<b>6,9E-04</b>	<b>8,8E-04</b>	
Q viande bœuf	$\text{g}/\text{j}$	10	11	11	15	16	
<b>DJE bœuf</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,4E-03</b>	<b>1,7E-03</b>	<b>1,1E-03</b>	<b>6,6E-04</b>	<b>6,3E-04</b>	
Q viande volaille	$\text{g}/\text{j}$	3	6	6	8	11	
<b>DJE volaille</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>1,9E-03</b>	<b>2,4E-03</b>	<b>1,6E-03</b>	<b>9,8E-04</b>	<b>1,2E-03</b>	
P (kg)	$\text{kg}$	11	17	25	59	67	
F	sans unité	1	1	1	1	1	
<b>DJE ingestion TOTALE</b>	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	<b>2,59E-01</b>	<b>1,27E-01</b>	<b>8,55E-02</b>	<b>3,12E-02</b>	<b>2,40E-02</b>	

## Risque

		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
VTR à seuil	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	3,50E+00				
<b>IR</b>		<b>7E-02</b>	<b>4E-02</b>	<b>2E-02</b>	<b>9E-03</b>	<b>7E-03</b>

## Contribution des voies d'exposition

	%	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol		2	2	1	1	1
Légumes feuilles		0	1	1	1	1
Légumes fruits		0	0	0	0	0
Fruits		0	0	0	0	1
Légumes racines		1	1	1	1	2
Lait		94	91	92	89	84
Œufs		1	2	2	2	4
Viande de bœuf / veau		1	1	1	2	3
Viande volaille		1	2	2	3	5
		100	100	100	100	100

Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ ):	1,03E-07
Concentration ADMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	3,60E-05

**Concentration dans le sol**

	Unité	Vincelles
dépôt ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ )	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	8,90E-03
j/an	j/an	365
durée de fonctionnement(TI)	années	30
dépôt tot sur TI	$\mu\text{g}/\text{m}^2$	9,74E+01
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	3,25E+00
densité du sol	$\text{kg}/\text{dm}^3$	1,3
Csol-legume (dans 20 cm)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	3,75E-01
Csol-herbe (dans 10 cm)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	7,50E-01
Csol-jeu (dans 1 cm)	$\mu\text{g}/\text{kg}$	7,50E+00

**Données d'entrée concernant :**

installation	
substance	
cible	

**Concentration dans les végétaux**

	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche		0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Conc. due absorption foliaire.	Lieu: Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles	Vincelles
Concentration dans l'air	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Concentration dans l'air	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,60E-05	3,60E-05	3,60E-05	3,60E-05	3,60E-05	3,60E-05
Fraction gazeuse	sans unité	9,00E-01					
Facteur de biotransfert air - plante	m <sup>3</sup> /kg frais	1,30E+02	9,53E+01	2,27E+02	sans objet	3,03E+02	sans objet
Cveg-dépôt-gaz (MF)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MF	4,21E-03	3,09E-03	7,35E-03	sans objet	9,82E-03	
Cveg-dépôt-gaz (MS)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MS					4,91E-02	
Conc. due dépôt sur végét.	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
dépôt annuel	$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{an}$	3,25E+00	3,25E+00	3,25E+00	3,25E+00	3,25E+00	3,25E+00
Rp, fraction interceptée		0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
kp, coeff de perte	années-1	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	années	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	kg MS/m <sup>2</sup>	0,246	0,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MS	1,49E-01	1,62E-02	3,60E-02	sans objet	3,33E-01	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MF	1,29E-02	1,02E-03	5,40E-03	sans objet		
Conc. dans veget. due sol	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
BCF Hg2	kg sol/kgMF	9,88E-03	1,05E-03	2,49E-03	7,20E-03	9,88E-03	1,46E-02
BCF MeHg	kg sol/kgMF	4,43E-02	2,12E-03	5,05E-03	1,98E-02	4,43E-02	2,97E-02
BCF frais (2% orga)	kg sol/kgMF	1,08E-02	1,07E-03	2,54E-03	7,45E-03	1,06E-02	1,49E-02
Cveg-sol (MF)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MF	3,96E-03	4,02E-04	9,52E-04	2,79E-03	7,92E-03	5,59E-03
Cveg-sol (MS)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MS					3,96E-02	6,33E-03
Concentration totale	unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Cveg-tot (MF)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MF	2,10E-02	4,51E-03	1,37E-02	2,79E-03		
Cveg-tot (MS)	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MS					4,21E-01	6,33E-03

**Concentration dans les produits animaux****Concentration dans le lait animal**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	16	0,64	20
BCF Hg2		2,26E-03	2,26E-03	2,26E-03
BCF MeHg		3,38E-04	3,38E-04	3,38E-04
Blait (orga: 2% sol; 22% vég)	j/L	1,84E-03	2,22E-03	2,22E-03
Clait	$\mu\text{g}/\text{L}$	2,30E-02		

**Concentration dans les œufs**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
BCF Hg2		2,39E-02	2,39E-02	2,39E-02
BCF MeHg		3,58E-03	3,58E-03	3,58E-03
Bœuf (orga: 2% sol; 22% vég)	j/kg	1,94E-02	2,35E-02	2,35E-02
Coef	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MF	3,54E-03		

**Concentration dans la viande de bœuf**

	unité	herbe	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	12	0,5	20
BCF Hg2		5,22E-03	5,22E-03	5,22E-03
BCF MeHg		7,80E-04	7,80E-04	7,80E-04
Bbœuf (orga: 2% sol; 22% vég)	j/kg	4,24E-03	5,13E-03	5,13E-03
Cboeuf	$\mu\text{g}/\text{kg}$ MF	4,07E-02		

**Concentration dans la viande de volaille**

	unité	grain	sol	eau
Qpi	kg MS/j ou L/j	0,1764	0,02	0,2
BCF Hg2		2,39E-02	2,39E-02	2,39E-02
BCF MeHg		3,58E-03	3,58E-03	3,58E-03
Bvolaille (orga: 2% sol; 22% vég)	j/kg viande fraîche	1,94E-02	2,35E-02	2,35E-02
Cvolaille	$\mu\text{g}/\text{kg}$	3,54E-03		

**Doses journalières d'exposition**

	unité	autoconsommateurs				
		Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Q sol	mg/j	150	150	50	50	50
DJE sol	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,0E-04	6,6E-05	1,5E-05	6,4E-06	5,6E-06
Q légumes feuilles	g/j	8	10	10	11	18
DJE légumes feuille	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,5E-05	1,2E-05	8,2E-06	3,9E-06	5,8E-06
Q légumes fruits	g/j	10	8	8	8	14
DJE légumes fruits	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	4,1E-06	2,0E-06	1,4E-06	6,4E-07	9,6E-07
Q fruits	g/j	16	18	18	16	32
DJE fruits	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	2,0E-05	1,4E-05	9,8E-06	3,8E-06	6,5E-06
Q légumes racines (dont pomr)	g/j	46	34	34	42	49
DJE leg racine	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,2E-05	5,6E-06	3,8E-06	2,0E-06	2,0E-06
Q lait	L/j	0,28	0,20	0,20	0,17	0,14
DJE lait	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	5,8E-04	2,8E-04	1,9E-04	6,7E-05	4,8E-05
Q oeuf	g/j	6	6	6	6	9
DJE œuf	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,9E-06	1,2E-06	8,3E-07	3,5E-07	4,5E-07
Q viande bœuf	g/j	10	11	11	15	16
DJE bœuf	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	3,6E-05	2,6E-05	1,8E-05	1,0E-05	9,7E-06
Q viande volaille	g/j	3	6	6	8	11
DJE volaille	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,0E-06	1,2E-06	8,4E-07	5,0E-07	5,9E-07
P (kg)	kg	11	17	25	59	67
F	sans unité	1	1	1	1	1
DJE ingestion TOTALE	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	7,74E-04	4,06E-04	2,46E-04	9,42E-05	7,97E-05

**Risque**

VTR à seuil	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$	1,00E-01				
IR		8E-03	4E-03	2E-03	9E-04	8E-04

**Contribution des voies d'exposition**

	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol	13	16	6	7	7
Légumes feuilles	2	3	3	4	7
Légumes fruits	1	0	1	1	1
Fruits	3	4	4	4	8
Légumes racines	2	1	2	2	3
Lait	75	68	77	71	60
Œufs	0	0	0	0	1
Viande de bœuf / veau	5	6	7	11	12
Viande volaille	0	0	0	1	1
	100	100	100	100	100

**dioxines**

paramètres physicochimiques et de transfert du 2,3,4,7,8-PCDF

ERS incinérateur de Strasbourg (SENERVAL)

Lieu: Vincelles

Dépôt ADMS (µg/m²/s) :	2,06E-12
Concentration ADMS (µg/m3)	7,20E-11

**Concentration dans le sol**

Unité	Vincelles
dépôt (µg/m2/j)	1,78E-07
j/an	365
durée de fonctionnement(Tf)	30
dépôt tot sur Tf	1,95E-03
dépôt annuel	6,50E-05
densité du sol	1,3
Csol-légume (dans 20 cm)	7,50E-06
Csol-herbe (dans 10 cm)	1,50E-05
Csol-jeu (dans 1 cm)	1,50E-04

Données d'entrée concernant :

installation
substance
cible

**Concentration dans les végétaux**

unité	légume feuille	légume fruit	fruit	légume racine	herbe	grain
Taux de matière sèche	0,086	0,063	0,15	0,2	0,2	0,882
Conc. due absorption foliaire.						
Concentration dans l'air	7,20E-11	7,20E-11	7,20E-11	7,20E-11	7,20E-11	7,20E-11
Fraction gazeuse	0,22					
Facteur empirique	0,01	0,01	0,01	sans objet	1	sans objet
Facteur de biotransfert air - plante	1,23E+04	1,23E+04	1,23E+04	sans objet	1,23E+04	sans objet
Cveg-dépôt-gaz (MF)	1,95E-09	1,95E-09	1,95E-09	sans objet	1,95E-09	sans objet
Cveg-dépôt-gaz (MS)					9,74E-09	
Conc. due dépôt sur végét.						
dépôt annuel	6,50E-05	6,50E-05	6,50E-05	6,50E-05	6,50E-05	6,50E-05
Rp, fraction interceptée	0,215	0,996	0,053	sans objet	0,5	sans objet
kp, coeff de perte	18	18	18	sans objet	18	sans objet
Tp, durée de culture	0,164	0,164	0,164	sans objet	0,12	sans objet
Yp, rendement de prod	0,246	10,52	0,252	sans objet	0,24	sans objet
Cveg-dépôt (MS)	2,99E-06	3,24E-07	7,19E-07	sans objet	6,65E-06	sans objet
Cveg-dépôt (MF)	2,57E-07		1,08E-07	sans objet		
Conc. dans veget. due sol						
BCF frais	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2,28E-03	0,00E+00	0,00E+00
Cveg-sol (MF)	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,71E-08	0,00E+00	0,00E+00
Cveg-sol (MS)					0,00E+00	0,00E+00
Concentration totale						
Cveg-tot (MF)	2,59E-07	2,24E-08	1,10E-07	1,71E-08		
Cveg-tot (MS)					6,66E-06	0,00E+00

**Concentration dans les produits animaux**

**Concentration dans le lait animal**

unité	herbe	sol	eau
Qpi	16	0,64	20
Blaït	1,60E-04		
Claït	3,24E-08		

**Concentration dans les œufs**

unité	grain	sol	eau
Qpi	0,1764	0,02	0,2
Bœuf	2,95E+01		
Cœuf	8,85E-05		

**Concentration dans la viande de bœuf**

unité	herbe	sol	eau
Qpi	12	0,5	20
Bbœuf	2,95E-02		
Cbœuf	4,57E-06		

**Concentration dans la viande de volaille**

unité	grain	sol	eau
Qpi	0,1764	0,02	0,2
Bvolaille	2,03E+01		
Cvolaille	6,09E-05		

**Concentration dans le lait maternel**

unité	lait maternel
Qpi	0,7
Blm	6,30E+00
Ctm	1,19E-05

**Doses journalières d'exposition**

unité	autoconsommateurs					
	Nourrisson	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Q sol		150	150	50	50	50
DJE sol		2,0E-09	1,3E-09	3,0E-10	1,3E-10	1,1E-10
Q légumes feuilles		8	10	10	11	18
DJE légumes feuille		1,9E-10	1,5E-10	1,0E-10	4,8E-11	7,1E-11
Q légumes fruits		10	8	8	8	14
DJE légumes fruits		2,0E-11	9,9E-12	6,7E-12	3,2E-12	4,7E-12
Q fruits		16	18	18	16	32
DJE fruits		1,6E-10	1,2E-10	7,8E-11	3,0E-11	5,2E-11
Q légumes racines (dont pomr)		46	34	34	42	49
DJE leg racine		7,1E-11	3,4E-11	2,3E-11	1,2E-11	1,3E-11
Q lait (mat. Grasse)		5	13	13	15	18
DJE lait		1,4E-08	2,5E-08	1,7E-08	8,3E-09	8,6E-09
Q oeuf		6	6	6	6	9
DJE œuf		4,9E-08	3,0E-08	2,1E-08	8,8E-09	1,1E-08
Q viande bœuf		10	11	11	15	16
DJE bœuf		4,1E-09	2,9E-09	2,0E-09	1,1E-09	1,1E-09
Q viande volaille		3	6	6	8	11
DJE volaille		1,7E-08	2,1E-08	1,4E-08	8,7E-09	1,0E-08
Q lait maternel		1				
DJE lait maternel		1,4E-06				
P (kg)		6	11	17	25	59
F		1	1	1	1	1
DJE ingestion TOTALE		1,39E-06	8,59E-08	8,12E-08	5,46E-08	2,72E-08

**Risque**

VTR à seuil	2,00E-05	1,00E-06				
IR	7E-02	9E-02	8E-02	5E-02	3E-02	3E-02
	4E-01					
	expo 2ans sur VTR OMS					

**Contribution des voies d'exposition**

	Enfant 0,5-2	Enfant 3-5	Enfant 6-10	Enfant 11-17	Adulte
Sol	2	2	1	0	0
Légumes feuilles	0	0	0	0	0
Légumes fruits	0	0	0	0	0
Fruits	0	0	0	0	0
Légumes racines	0	0	0	0	0
Lait	16	31	31	31	27
Œufs	57	37	38	32	36
Viande de bœuf / veau	5	4	4	4	3
Viande volaille	20	26	26	32	32
	100	100	100	100	100