

RESUME

Le Sycdom, agence métropolitaine des déchets ménagers a pour l'actuel centre multifilières d'Ivry-sur-Seine, un projet de reconstruction complète de l'Unité de Valorisation Energétique (UVE). Le groupement IP13, attributaire du marché de conception, réalisation, exploitation, et maintenance du nouveau centre, a sollicité l'INERIS pour la réalisation de la présente Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) de l'étude d'impact.

La réalisation de ce projet se déroule en deux grandes phases successives. La première phase comprend la construction de la future Unité de Valorisation Energétique (UVE) à côté de l'usine actuelle, puis le transfert de l'activité de l'une vers l'autre. La seconde concernera la déconstruction de l'usine actuelle. La future UVE comportera deux fours d'incinération avec pour chacun un système de traitement des fumées relié à une cheminée (soit une cheminée par four UVE1 et UVE2). Un système de désodorisation est également prévu lors de l'arrêt des fours et comportera une cheminée (désodo UVE). La présente étude porte uniquement sur l'UVE et consiste à mener une évaluation des risques sanitaires conformément à la circulaire du ministère de l'environnement du 9 août 2013¹ et à la méthodologie présentée dans les guides méthodologiques de référence.

L'environnement du site est une zone urbaine dense qui mêle des activités économiques (magasin, bureaux, entreprises diverses), des infrastructures de transports (voies ferrées, boulevard périphérique, quais de la Seine) et de l'habitat individuel et collectif.

Les émissions atmosphériques du futur site ont été caractérisées sur la base du guide méthodologique de l'ASTEE et des données fournies à l'INERIS, à savoir notamment, le cahier des charges du Sycdom, les garanties constructeur, les valeurs réglementaires d'émissions. Deux bilans des flux pour les émissions canalisées ont ainsi été définis, l'un moyen, l'autre maximum. Sur la base de ces bilans, un choix de traceurs de risques a été effectué.

Les données de surveillance dans l'environnement ont été analysées (retombées atmosphériques dans les jauges Owen, analyses des lichens et des mousses, concentrations dans l'air de la station fixe de mesures d'Airparif et étude Airparif sur les métaux et particules dans l'air²). Les informations et conclusions jugées pertinentes par l'INERIS dans le cadre de l'ERS sont présentées. D'après les données étudiées, le milieu atmosphérique présente les caractéristiques d'un bruit de fond urbain et il n'a pas été mis en évidence de lien entre les retombées mesurées et les émissions de l'installation.

L'évaluation quantitative des expositions et des risques attribuables aux émissions canalisées de l'installation a été menée à partir des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique et des transferts des substances dans la chaîne alimentaire. Cette évaluation se traduit par le calcul de Quotient

¹ Circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.

² Caractérisation des niveaux de métaux et de particules dans l'air ambiant autour de l'UIOM d'Ivry-sur-Seine (94) ; juin 2014, Airparif. http://airparif.fr/_pdf/publications/rapport-uiom-ivry-sur-seine-140606.pdf

de Danger (QD) pour les effets à seuil et d'Excès de Risque Individuel (ERI) pour les effets sans seuil. L'ensemble de la démarche d'évaluation des risques sanitaires repose sur des hypothèses soumises 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 bilans des flux du site, l'évaluation quantitative des risques sanitaires aboutit aux conclusions suivantes :

- Les quotients de danger calculés pour les expositions chroniques par inhalation ou par ingestion sont inférieurs à la valeur repère de 1 (individuellement pour chaque substance, ainsi qu'en procédant à la sommation des QD pour l'ensemble des substances et des voies d'exposition) 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 à la valeur repère de 10^{-5} (individuellement pour chaque substance, ainsi qu'en procédant à la sommation des ERI pour l'ensemble des substances et des voies d'exposition) et indiquent donc l'absence de risque chronique préoccupant pour les effets sans seuil attribuables aux émissions de l'installation ;
- Les concentrations maximales estimées pour SO_2 , NO_x et les particules sont inférieures aux valeurs guides de gestion sanitaire de l'OMS.

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 l'installation, est donc non préoccupante du point de vue de la santé des populations présentes autour du site.

La surveillance des rejets atmosphériques permettra de s'assurer d'une part que les hypothèses d'émissions retenues dans la présente étude sont cohérentes avec les émissions réelles du nouveau site en fonctionnement, et d'autre part que ces émissions sont stables dans le temps. La structure des bâtiments est conçue pour être étanche. Des vérifications pourront être menées une fois les bâtiments construits pour s'assurer de la maîtrise des émissions diffuses.

La surveillance environnementale sera également poursuivie conformément aux règles de l'art. Une mise à jour de ce plan pourra être proposée pour être en cohérence avec la configuration de la nouvelle usine.

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'actuel centre multifilières d'Ivry-Paris XIII du Sycotom, agence métropolitaine des déchets ménagers, traite actuellement, pour la seule partie incinération, 700 000 tonnes de déchets par an. Le Sycotom a pour ce site un projet de reconstruction complète de l'Unité de Valorisation Energétique (UVE). Ultérieurement, il est également prévu sur ce site, la construction d'une Unité de Valorisation Organique (UVO). La présente étude porte uniquement sur l'Unité de Valorisation Energétique, dénommée dans la suite du rapport, UVE.

Le groupement IP13, attributaire du marché de conception, réalisation, exploitation, et maintenance du nouveau centre, a sollicité l'INERIS³ pour la réalisation de l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) de l'étude d'impact.

1.2 PRÉSENTATION DE LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES (ERS)

L'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) est une démarche scientifique structurée en plusieurs étapes, qui s'applique dans le cadre des études d'impact des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), de façon itérative, afin d'évaluer le risque sanitaire attribuable au **fonctionnement normal de l'installation**. L'examen d'un bilan maximum des émissions permet néanmoins d'intégrer les variations des phases de fonctionnement de l'incinérateur et représente les rejets maximums de celui-ci. Ce bilan permet de s'assurer de l'absence de risques même lors des phases de fonctionnement dégradé. En revanche, les impacts consécutifs à un dysfonctionnement accidentel (fumées d'incendie par exemple) ne sont pas considérés.

La méthodologie, initialement développée par l'Académie des Sciences américaine⁴ 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 DRC-12-125929-13162B, « Démarche intégrée pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - première édition - août 2013 » et en lien avec la circulaire du 09/08/13 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation.
- le guide de l'ASTEE⁵ : guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une U.I.O.M, novembre 2003.

³ Institut national de l'environnement Industriel et des risques

⁴ 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.

⁵ Association Scientifique et Technique de l'Eau et de l'Environnement.

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.

1.3 LIMITES DE LA DÉMARCHE

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.

L'évaluation ne concerne que les risques liés à la **toxicité des substances chimiques** pour laquelle il existe une méthodologie bien établie. L'évaluation des autres types d'émissions, comme le bruit, les odeurs, les vibrations, etc., et leurs éventuelles nuisances, sont évalués dans d'autres chapitres de l'étude d'impact.

1.4 DONNÉES D'ENTRÉE

Le présent rapport s'appuie sur les données spécifiques de l'installation qui concernent à la fois :

- le site actuel : données de surveillance de l'Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) actuelle en fonctionnement présentées dans les Dossiers d'Information du Public (DIP)⁶,
- le projet : documents généraux de présentation du projet, schémas de fonctionnement et croquis du constructeur, schémas de dimensionnement des installations (notamment pour les procédés et le traitement des effluents atmosphériques).

Par ailleurs, des données issues de la littérature scientifique (les références sont données au fil du texte) ont été utilisées pour aider à la caractérisation du projet.

⁶ Les Dossiers d'Information du Public (DIP) sont disponibles dans les locaux du Sycotom ou en préfecture.

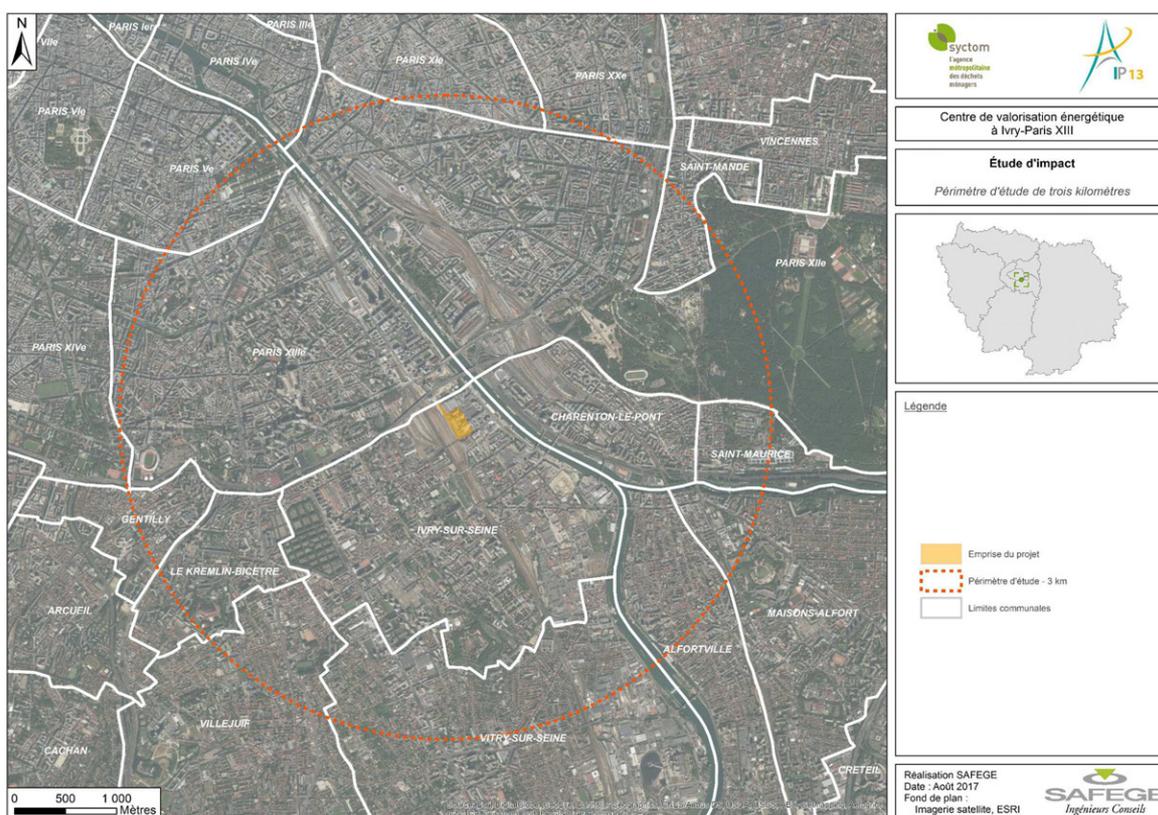
2. CARACTÉRISTIQUES DU SITE ACTUEL, DU PROJET ET DE L'ENVIRONNEMENT

2.1 DESCRIPTION DU SITE

2.1.1 SITE ACTUEL

L'actuel centre multifilières d'Ivry-Paris XIII du Syctom est situé sur le territoire de la commune d'Ivry-sur-Seine au 43 rue Bruneseau, en bordure du 13^e arrondissement de Paris et à environ 500 m du périphérique. Il est constitué d'une déchèterie, d'un centre de tri des collectes sélectives qui traite chaque année environ 30 000 tonnes de déchets et d'un centre d'incinération avec valorisation énergétique. Ce centre d'incinération a traité sur les 4 dernières années environ 700 000 tonnes de déchets par an.

La localisation large du site actuel du centre multifilières est présentée sur la Figure 1.



Le centre d'incinération actuel comprend un quai de déchargement et une fosse de réception des déchets ainsi que 2 groupes four-chaudière.

2.1.2 PROJET

La description détaillée du projet de reconstruction est disponible dans les autres parties de l'étude d'impact. Ses principaux aspects, pertinents pour la compréhension de l'ERS, sont repris ci-dessous. Les nouvelles installations

seront construites juste à côté du site actuel. L'emprise du site pour le projet est donnée en Figure 2.



Figure 2 : Localisation de l'emprise du site (ligne rouge) et des cheminées (point vert)

La réalisation se déroulera en deux grandes phases successives. La première phase comprendra la construction de la future Unité de Valorisation Energétique (UVE) à côté de l'usine actuelle, ainsi que le transfert de l'activité de l'une vers l'autre. La seconde phase concernera la déconstruction de l'Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) actuelle.

Le projet, tel que présenté dans l'objet du marché de conception, construction et exploitation du centre de valorisation organique et énergétique à Ivry-Paris XIII, descriptif général UVOE, version E (Document n°1101-E), est synthétisé ci-dessous pour les éléments nécessaires à l'ERS.

L'UVE pour le projet est constituée :

- de 2 lignes four-chaudière de capacités identiques avec l'ensemble des équipements connexes, (système d'alimentation, extraction et extinction des mâchefers, brûleurs d'allumage et d'appoint, auxiliaires des chaudières...)
- de 2 lignes de traitement des fumées de type sec (une ligne par groupe four-chaudière),
- de 2 cheminées de sortie des effluents gazeux (une cheminée par ligne),
- d'un groupe turbo-alternateur à contrepression avec soutirage pour livraison de vapeur,

- des équipements et ouvrages de gestion des résidus solides (mâchefers, cendres...),
- des ouvrages et équipements connexes (production d'eau de chaudière),
- d'un poste de rechargement des camions pour le transport des déchets.

De plus, l'UVE disposera pour les périodes d'arrêts des fours (15 jours une à deux fois par an et au maximum de 2 mois par an), d'un système d'extraction d'air pour la zone de réception et de stockage des déchets. En effet, le maintien en dépression du quai et de la fosse est assuré en temps normal par l'aspiration de l'air primaire de combustion au-dessus du plancher trémies. Cette extraction est rejetée par une cheminée distincte après dépoussiérage sur filtre à manches et passage sur filtre charbon actif.

L'UVE comprend donc 2 cheminées rejetant les gaz épurés des groupes four-chaudière (UVE1 et UVE2) et 1 cheminée de désodorisation (dite « désodo UVE »).

La localisation de ces cheminées est précisée sur la Figure 2.

2.2 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

2.2.1 ENVIRONNEMENT ET POPULATIONS

Le site se trouve au nord d'Ivry-sur-Seine dans un tissu urbain dense, à environ 500 m au sud du périphérique et à environ 300 m de la Seine (Figure 2). Les lignes de chemins de fer jouxtent directement la bordure sud-ouest du site.

Les bâtiments les plus proches du site sont surtout des bâtiments à caractère industriel et commercial (dont certains ERP comme des magasins) ainsi que des bureaux mêlés à quelques immeubles de résidence.

L'environnement général du site comprend les éléments suivants :

- au sud-ouest après les voies de chemins de fer ainsi qu'au sud : des zones résidentielles à partir d'environ 500 m,
- au sud à environ 600 m : le parc public des Cormailles avec une aire de jeux pour enfants,
- à l'est : à plus d'un kilomètre, le Bois de Vincennes,
- directement au nord, juste après le périphérique, à environ 1 km : les bâtiments de l'Université Paris-Diderot,
- au nord-est, juste après la Seine : le centre commercial de Bercy 2.

Le recensement des populations et des ERP autour du site est réalisé dans un rayon relativement large de 3 km afin de donner une vision globale de l'environnement du projet. Cette distance correspond au rayon d'affichage prévu dans la nomenclature des installations classées⁷ pour le projet (voir Figure 1).

⁷ http://www.ineris.fr/aida/sites/default/files/gesdoc/90093/BrochureNom_v38_public.pdf

Les communes comprises dans ce rayon de 3 km sont les suivantes :

- Paris, XIIIe, XIe (comprenant la partie ouest du Bois de Vincennes), Ve, IVe, XIe, XXe et XIVe arrondissements,
- Ivry-sur-Seine,
- Saint-Mandé,
- Saint-Maurice,
- Charenton-le-Pont,
- Maisons-Alfort,
- Alfortville
- Vitry-sur-Seine,
- Villejuif,
- Le Kremlin-Bicêtre,
- Gentilly.

A partir de la densité de population moyenne à Paris intramuros (21 154 habitants/km² en 2013⁸), qui est ici considérée comme équivalente sur l'ensemble de l'aire définie par le rayon de 3 km autour du site, le nombre d'habitants de ce périmètre de 28,3 km² est estimé à environ 600 000 habitants.

2.2.2 ACTIVITES COMMERCIALES ET INDUSTRIELLES AUTOUR DU SITE

Les activités autour du site sont principalement de type tertiaire (sources géoportail⁹ et repérage sur site) : immeubles de bureaux, centres commerciaux, restaurants, entrepôts, etc. Les entreprises les plus proches (dont certaines sont des ERP) sont les suivantes :

- Leroy Merlin,
- Jardinerie Truffaut,
- Cinéma Pathé Quai d'Ivry,
- Société d'importation Leclerc,
- Fnac (bureaux du siège social).

Toutefois, selon les chapitres de l'étude d'impact portant sur les risques technologiques, 6 ICPE¹⁰ (non SEVESO) sont recensées dans un rayon de 500 m autour du site.

Il est à noter également la présence d'importantes infrastructures de transport pouvant générer des émissions atmosphériques gazeuses (NOx, hydrocarbures par exemple) et particulaires (poussières PM2,5 et PM10 en particulier), à savoir :

- un réseau ferré avec deux « gares de triage », (l'une accolée au site et l'autre à environ 800 m au nord-est),

⁸ Source INSEE 2013, <http://www.insee.fr/fr/themes/comparateur.asp?codgeo=dep-75>

⁹ <https://www.geoportail.gouv.fr/>

¹⁰ Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

- le boulevard périphérique parisien au nord à environ 1 km,
- les quais de la Seine avec les Ports de Paris regroupant des activités de transport fluvial et de logistique.

2.2.3 ETABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (ERP) ET ZONES DE LOISIRS EXTÉRIEURS

La recherche des principaux ERP par l'INERIS a été ciblée sur ceux accueillant des populations sensibles¹¹. Cette recherche a été effectuée via le site internet des « pages jaunes » sur le territoire des communes citées précédemment, en recensant les établissements tels que les écoles, les maisons de retraites, (y compris les EHPAD¹²) et les hôpitaux ainsi que sur Géoportail¹³. Un repérage sur site des établissements les plus proches de l'UVE a été réalisé. Les équipements sportifs ont également été recherchés sur le site des mairies (gymnases, stades...) car ils peuvent accueillir des enfants et aussi parce que les individus peuvent être plus exposés lors de pratiques sportives¹⁴ (information qualitative).

Les ERP recensés pour les différentes communes concernées par le périmètre de l'étude sont indiqués en annexe 1. Il ne s'agit pas d'une liste exhaustive compte-tenu de la densité importante de ce type d'établissement.

Les ERP qui se trouvent potentiellement dans la zone d'influence de l'UVE ont été identifiés de manière plus détaillée. Cette zone d'influence a été déterminée sur la base d'un test de modélisation atmosphérique qualitative mené sur un polluant gazeux (ici choix arbitraire des COV, le retour d'expérience montre que la dispersion est assez similaire pour les gaz et les PM_{2,5}, les PM₁₀ quant à elles présentent généralement des zones de retombées moins étendues). Ce test montre que les concentrations atmosphériques les plus fortes se trouvent à une distance d'environ 600 m du site vers le nord et vers le sud (avec un maximum au sud).

¹¹ Enfants, femmes enceintes, personnes âgées et/ou dépendantes et personnes hospitalisées

¹² Etablissement hospitalier pour personnes âgées dépendantes

¹³ <https://www.geoportail.gouv.fr/>

¹⁴ Le volume respiratoire n'est pas pris en compte dans le calcul des expositions. Néanmoins, les facteurs de sécurité appliqués lors de la construction des VTR (facteurs intra-spécifiques), prennent en compte la variabilité des comportements.

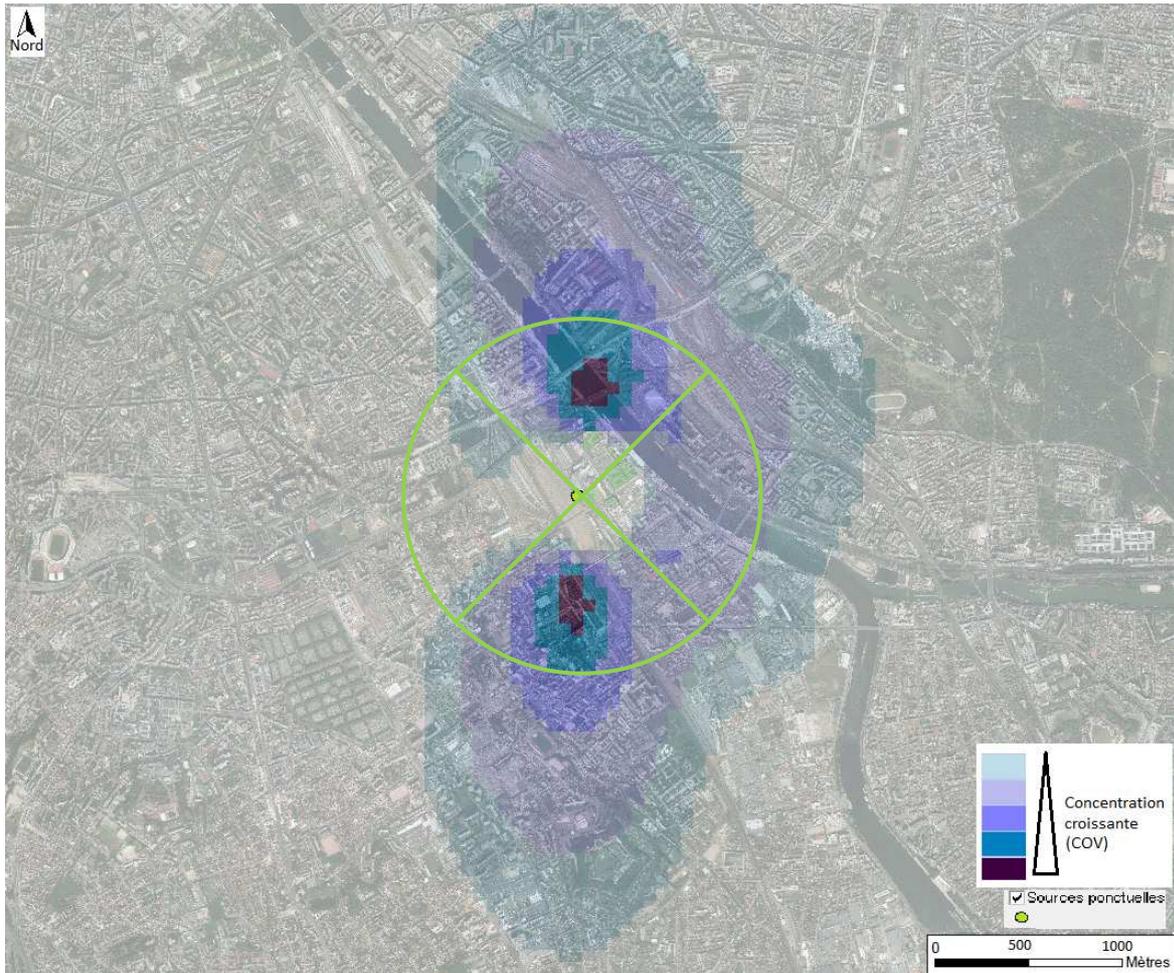


Figure 3 : Pré-modélisation (ici des COV) afin d'appréhender les zones de plus fortes concentrations (rayon de 1 km autour du site —)

Sur cette base, une identification et une localisation des principaux ERP dans un rayon de 1000 m autour du site sont présentées dans le Tableau 1 et reportées sur la Figure 4.

Tableau 1 : Description des principaux ERP (hôpital, maison de retraite, école et crèche) dans un rayon de 1000 mètres autour du site du projet

Désignation	Adresse	Distance par rapport au	Repères sur la carte
Ecole maternelle/primaire Dulcie September	5 allée Chanteclair, Ivry	180 m	0
Foyer social COALLIA	13 rue JJ rousseau	400 m	1b
Royal Kids (parc de jeux pour enfants)	10, rue Jules Vanzuppe, Ivry	450 m	1
Crèche collective départementale (24 rue JJ Rousseau) / crèche parentale Eveil parents-enfants (1 rue Elisabeth) / crèche familiale Westermeyer (28 rue westermeyer)	Pâté de maisons croisement rue Jean-Jacques Rousseau / rue Westermeyer et rue Elisabeth, Ivry	550 m	2
Collège Molière	68 rue Molière, Ivry	550 m	3
Gymnase des Epinettes	62 rue Lénine, Ivry	600 m	4
Centre commercial Bercy 2	4 place de l'Europe, Charenton	600 m	5
Clinique de Bercy	9 Quai de Bercy, Charenton	700 m	6
Ecole maternelle	4 rue du Port aux Lions, Charenton	700m	7
Gymnase	9 rue du nouveau Bercy, Charenton	700 m	8
Ecole primaire Guy Moquet	24 rue Mirabeau, Ivry	700 m	9
Lycée Nicolas-Louis Vauquelin	13 av. Boutroux, Paris	800 m	10
Stade Boutroux	1 av. Boutroux, Paris	800 m	11
Ecole primaire Louise Bourgeois	19 rue Louise Bourgeois, Paris	800 m	12
Ecole primaire Albert Einstein	9 allée du parc, Ivry	900 m	13
Ecole maternelle Danielle Casanova	81 bis av. Danielle Casanova, Ivry	900 m	14
Collège Henri Wallon	3 place Danton, Ivry	900 m	15
Ecole maternelle Gabriel Péri	47 rue Gabriel Péri, Ivry	900 m	16
Ecole maternelle/primaire	9 rue Franc Nohain, Paris	900 m	17
Ecole maternelle	20 rue de Patay, Paris	900 m	18
Lycée professionnel Galilée	28 rue de Patay, Paris	900 m	19
Gymnase Marcel Cerdan	5 bis rue Eugène Oudiné, Paris	900 m	20
Crèche municipale Oudiné	1 Rue Eugène Oudiné, Paris	950 m	21
Maison de retraite (Domus VI - Tiers temps Ivry)	147 av. Maurice Thorez, Ivry	1000 m	22
Crèche collective Masséna	49 boulevard Masséna, Paris	1000 m	23
Ecole primaire des Grands Moulins	47 rue des Grands Moulins, Paris	950 m	24
Ecole primaire Robert Desnos	1 rue Robert Grenet, Charenton	700 m	25

Remarque : L'école Jean Jacques Rousseau à Ivry-sur-Seine (25 rue JJ Rousseau) a été transformée en maison de la citoyenneté.

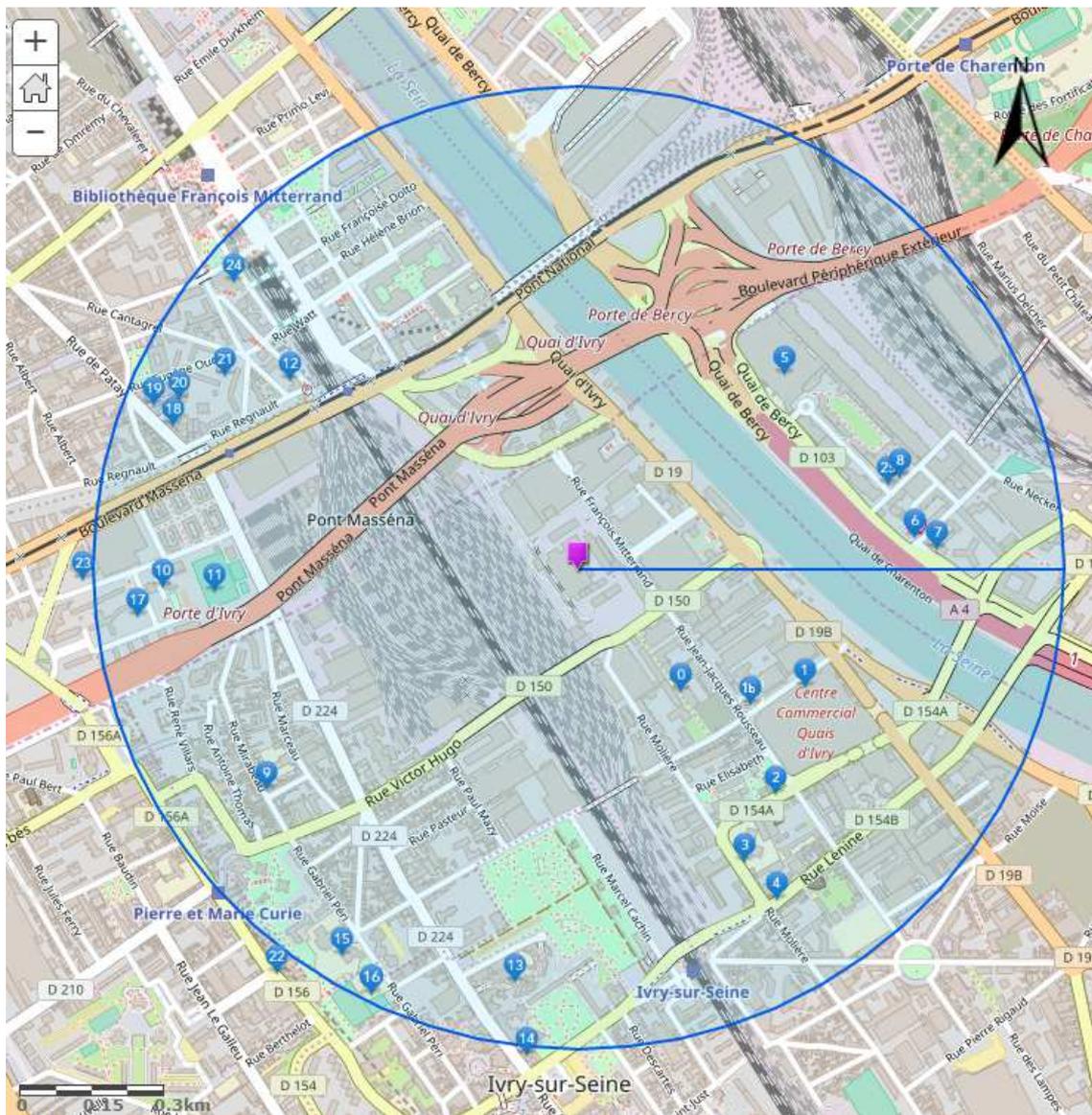


Figure 4 : Localisation des principaux ERP dans un rayon d'environ 1000 m autour du site (cercle bleu) (carré violet = site de l'UVE)

2.2.4 POTAGERS, JARDINS PEDAGOGIQUES OU PARTAGES

Les jardins communs (cours ou toits d'immeubles), ouvriers, partagés ou pédagogiques se développent depuis quelques années à Paris ou sur les communes limitrophes. Il convient de différencier dans cette étude :

- les potagers de type « ouvrier » ou « agricole », qui présentent des surfaces et des productions qui peuvent être importantes et comporter éventuellement des élevages de volailles pour la production d'œufs. Ont été repérés :
 - Jardins ouvriers d'Ivry, autour du fort d'Ivry (Route du fort), à 1,9 km au sud,
 - Ferme de Paris, 1 route du pesage, bois de Vincennes, à 4,2 km à l'est,

- les jardins pédagogiques ou les jardins partagés qui ont une visée plutôt sociale ou pédagogique avec des surfaces et des productions réduites. Ces jardins sont recensés autour du site et l'exposition liée à la fréquentation de ce type de jardin est discutée dans la section incertitudes de l'étude.

3. INVENTAIRE DES ÉMISSIONS DE L'INSTALLATION

3.1 POUR LE SITE ACTUEL EN FONCTIONNEMENT

Les principales émissions du site actuel proviennent de deux groupes four-chaudières formant deux lignes d'incinération. Les fumées de chaque ligne sont épurées via des électrofiltres, un réacteur catalytique pour la destruction des NOx et des dioxines/furanes et un laveur. Elles sont ensuite rejetées par deux cheminées distinctes (correspondant chacune à une ligne d'incinération).

Les rejets atmosphériques sont suivis par l'exploitant et font également l'objet d'un contrôle trimestriel directement aux cheminées. Tous les résultats de ces contrôles sont présentés dans les Dossiers d'Informations du Public (DIP). Les données de mesures des trois dernières années (2013 à 2015), utiles à une meilleure caractérisation du projet, sont présentées de manière synthétique en section 3.2.2.

Les rejets liquides sont constitués d'une part, des eaux de refroidissement des condenseurs du groupe turbo-alternateur, et d'autre part, des eaux industrielles, pluviales et eaux de ville. Seules les premières sont rejetées dans le milieu (dans la Seine) telles que prélevées avec un réchauffement de quelques degrés. Les secondes sont rejetées en différents points du réseau d'assainissement.

Le site actuel est également soumis à une surveillance environnementale (retombées atmosphériques et biosurveillance environnementale via les mousses et les lichens) qui est analysée en section 5.

3.2 POUR LE PROJET

3.2.1 REJETS LIQUIDES

Le projet ne prévoit plus aucun rejet liquide directement dans l'environnement.

3.2.2 REJETS ATMOSPHÉRIQUES

3.2.2.1 DESCRIPTION DES POINTS DE REJETS

Les cheminées sont regroupées au même endroit du site dans une structure commune (charpente métallique). Cette structure comprend donc :

- **les deux cheminées de l'UVE (UVE1 et UVE2)** provenant respectivement de chaque groupe four-chaudière (**partie incinération**),
- **la cheminée « désodo UVE »** provenant du système d'extraction d'air pour la zone de réception et de stockage des déchets (**partie désodorisation**).

Ces cheminées sont localisées sur la Figure 2 et une vue d'ensemble est donnée en Figure 5.



Figure 5 : vue d'ensemble de l'UVE et des conduits de cheminées regroupés au sein de la charpente métallique

Les caractéristiques des cheminées sont données dans le tableau ci-dessous. Les cheminées UVE1 et UVE2 ont les mêmes caractéristiques et correspondent à deux lignes distinctes de fours.

Tableau 2 : Caractéristiques moyennes des conduits et rejets du projet

Caractéristiques par cheminée	Unité	UVE1 (nominal)	UVE2 (nominal)	Désodo UVE
Hauteur de la cheminée	m	100	100	100
Diamètre du conduit (tel que prévu dans le projet de construction)	m	2,2	2,2	1,4
Débit moyen des fumées humides au débouché (CNPT*)	Nm ³ /h	115 000	115 000	85 000
Débit moyen des fumées sec au débouché (CNPT*)	Nm ³ /h	96 600	96 600	Sans objet
Débit moyen des fumées au débouché (réel) (retenu pour la modélisation)	m ³ /h	<i>182 821</i>	<i>182 821</i>	<i>89 670</i>
Vitesse d'éjection minimum garantie par le constructeur (et retenue pour la modélisation)**	m/s	12	12	16
Vitesse d'éjection moyenne au débouché (calculée à partir du débit réel et du diamètre)	m/s	<i>13,4</i>	<i>13,4</i>	<i>16,2</i>
Température moyenne en sortie de cheminée	°C	161	161	15
Durée de fonctionnement	h/an	8 000	8 000	1 488 (2 mois/an)
Taux d'humidité moyen des rejets	%	16	16	Ambiant

*CNTP : Conditions Normales de Pression et de Température

** Vitesse minimale garantie par le constructeur. Cette vitesse est retenue pour la modélisation atmosphérique car une vitesse faible est défavorable à la dispersion des polluants et constitue a priori un cas majorant pour l'évaluation des risques.

NB : Les données en italique dans le tableau sont des données calculées à partir des autres données d'entrées fournies.

Remarque: il est prévu dans le projet un groupe électrogène de secours. Ses émissions ne sont pas prises en compte. En effet, le très faible temps de fonctionnement prévisible de ce groupe rend ses émissions négligeables dans cette ERS.

Les expressions de calculs sur les débits et les vitesses sont données en annexe 2.

3.2.2.2 BILAN POUR L'UNITÉ DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE - PARTIE INCINÉRATION

Bilan qualitatif

La principale source de pollution des installations d'incinération des ordures ménagères correspond aux rejets canalisés des gaz de combustion. Il peut cependant se produire également des émissions diffuses (à travers les ouvertures du bâtiment par exemple).

Le recul actuel et l'acquisition de bonnes pratiques sur l'exploitation des installations d'incinération permettent généralement d'assurer des émissions diffuses faibles. Les conditions d'exploitation suivantes de l'UVE permettront de limiter au maximum ces émissions diffuses :

- la présence de portes à fermeture automatique,
- l'étanchéité et la mise en dépression via les lignes fours-chaudières-traitement de fumées,
- la conception de la trémie d'alimentation du four : les déchets forment une colonne étanche dans la goulotte d'alimentation empêchant, lors de la mise hors service d'une ligne de combustion, le reflux de gaz de combustion.

Les émissions diffuses seront donc a priori très faibles par rapport aux émissions canalisées. Ainsi, selon le principe de proportionnalité de l'ERS, les risques attendus liés aux éventuelles émissions diffuses peuvent être considérés comme négligeables par rapport aux risques liés aux émissions canalisées. Seules les émissions canalisées des cheminées UVE et cheminée désodo UVE sont donc retenues dans le bilan quantitatif.

Les gaz de combustion peuvent contenir les principales substances suivantes¹⁵ :

- des gaz de combustion : NO_x, SO₂, CO, HF et HCl
- des Composés Organiques Volatils (COV) ;
- des poussières ;
- des métaux lourds : arsenic, cadmium, chrome, manganèse, mercure, nickel et plomb principalement, mais également antimoine, baryum, cobalt, cuivre, sélénium, argent, thallium, zinc et vanadium ;
- des dioxines et furanes¹⁶ ;
- des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

¹⁵ - 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 - BREF (2006) - Document de référence sur les meilleures techniques disponibles (MTD) : Incinération des déchets

¹⁶ Dans le cadre de la présente étude, seront considérés les dioxines et furanes chlorés (ou PCDD/F) classiquement retenues dans l'évaluation de risques sanitaires liés à des incinérateurs et pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence. Il est à noter que des mesures à l'émission réalisées depuis 2013 sur le site d'Ivry ont mis en évidence la présence de dioxines et furanes bromés. A la différence des dioxines et furanes chlorés, ces composés ne disposent pas de facteurs d'équivalent toxique, et en l'absence de VTR, les risques sanitaires liés à ces composés ne pourront pas être évalués.

Le guide de l'ASTEE¹⁷ de 2003, guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM, retient les substances suivantes comme traceurs de risques : plomb, mercure, cadmium, nickel, chrome VI, arsenic, manganèse, poussières et dioxines.

Les polychlorobiphényles (PCB) sont des substances qui peuvent également être émises par les installations d'incinération. D'après une étude de l'ADEME en 2011¹⁸, les PCB sont quantifiés sur des incinérateurs d'ordures ménagères à de très faibles niveaux de concentrations (de l'ordre du pg/Nm³, la valeur maximale mesurée dans l'étude pour des UIOM est de 4,5 pg/Nm³, soit 4,5E-9 mg/Nm³). D'après ces données, ces substances sont donc peu émises par les UIOM. De plus, les molécules les plus toxiques de cette famille sont dites PCB-Dioxin like et ont la même toxicité que les dioxines/furanes (la même valeur toxicologique de référence leur est attribuée). Or, les concentrations de dioxines/furanes retenues pour mener cette étude sont de 8E-8 mg/Nm³ soit environ 20 fois plus élevées que les PCB. Les PCB ne sont donc pas retenus dans le bilan quantitatif.

Les HAP ne sont pas réglementés par l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002¹⁹ et ne sont pas identifiés dans le guide de l'ASTEE (2003). Le BREF 2006²⁰ sur les incinérateurs indique que les niveaux d'émissions de HAP sont « généralement faibles ». Les concentrations de HAP ne sont généralement pas suivies pour ces installations et le retour d'expérience indique qu'il ne s'agit pas de substances préoccupantes pour ce type d'installation. Les HAP ne sont donc pas retenus dans le bilan quantitatif.

Le trafic généré par le site est étudié dans les autres parties de l'étude d'impact. En comparaison avec les émissions du trafic routier du périphérique parisien situé à environ 500 m, les émissions des véhicules du site peuvent être considérées comme faibles, dans le cadre de la présente ERS. En effet, d'après les estimations réalisées dans la partie relative au trafic de l'étude d'impact : « le poids du projet UVE dans le cadre général de la circulation du quartier est modéré ». L'usine génère un trafic de quelques centaines de véhicules par jour à comparer aux plusieurs milliers de véhicules circulant sur le boulevard périphérique (5497 véhicules kilomètres par heure entre 7h00 et 21h00 ramenés au km d'axe mesurés en 2015²¹) et sur les quais.

Bilan quantitatif

¹⁷ Association Scientifique et Technique de l'Eau et de l'Environnement : Guide pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM, 2003.

¹⁸ ADEME, 2011 : Campagne de mesures de PCB à l'émission d'installations de traitement de déchets - Synthèse Publique. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par Apave SAS – Marché n°0974C0168.

¹⁹ Arrêté du 20/09/02 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

²⁰ BREF (2006) - Document de référence sur les meilleures techniques disponibles (MTD) : Incinération des déchets.

²¹ Le bilan des déplacements en 2015 à Paris, Observatoire des déplacements à Paris, <https://api-site.paris.fr/images/88047>

Les données de concentrations des rejets fournies par le groupement IP13 (dont le constructeur) et les valeurs maximums attendues par le Sycotom sont récapitulées dans le tableau ci-dessous. Les concentrations à l'émission des deux conduits UVE1 et UVE2 sont égales car les installations qui y sont reliées ont des caractéristiques similaires, à la fois dans leur conception et leur utilisation (mêmes procédés et déchets similaires).

Tableau 3 : Données d'émissions pour une cheminée fournies pour l'UVE

Polluants	Cheminée UVE1 = cheminée UVE 2 Valeurs garanties groupement IP13 * (mg/Nm³), gaz secs, 11% O₂	Cheminée UVE1 = cheminée UVE 2 Valeurs maximums ** (mg/Nm³), gaz secs, 11% O₂
Poussières totales	3	5
Chlorures d'hydrogène (HCl)	3	3
Dioxyde de soufre (SO ₂)	10	10
Fluorure d'hydrogène (HF)	0,5	0,5
Oxydes d'azote (NO _x)	40	40
Substances organiques exprimées en carbone organique total (COT)	5	10
Monoxyde de Carbone (CO)	25	50
Ammoniac (NH ₃)	4	5
Cadmium et Thallium (Cd + Tl) et leurs composés	0,03	0,03
Mercure (Hg) et ses composés	0,03	0,03
Autres métaux et leurs composés (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V)	0,4	0,4
Dioxines et furanes (PCDD/F) (en I-TEQ OMS)	8,0E-08	8,0E-08

* Valeurs journalières garanties. Seules les dioxines/furanes possèdent une valeur garantie de manière mensuelle. Dans le cadre de risques chroniques, cette valeur est retenue préférentiellement par rapport à la valeur journalière.

** Valeurs maximum tolérées par le Sycotom, supérieures aux garanties du groupement IP13

Pour la réalisation de l'ERS, ce bilan est affiné ci-après, car les valeurs toxicologiques de référence (VTR) nécessaires à l'évaluation des indicateurs de risques sont spécifiques généralement d'une substance donnée et non d'un groupe de substances.

Hypothèses et données supplémentaires

Le bilan des émissions canalisées a été complété par les éléments suivants :

- Dans le bilan des flux, les métaux émis en sortie de cheminée (avec une température potentiellement élevée) sont toujours considérés, sauf précision contraire, comme la somme des phases gazeuse et particulaire,
- Les métaux (excepté le mercure) se trouvent sous forme particulaire dans l'environnement aux conditions de pression atmosphérique et de température « ambiante ».
- Le mercure est émis très majoritairement sous forme gazeuse sans que la répartition entre les formes chimiques (élémentaire, inorganique (HgCl_2 par exemple) ou organique (méthylmercure par exemple) ne soit déterminée. Ainsi, en première approche et en l'absence de données plus précises, la forme la plus pénalisante est retenue pour l'étude de risque. Cette forme dépend du milieu dans lequel se trouve la substance à savoir, la forme élémentaire du mercure dans le milieu air (gaz), et la forme organique dans le sol (méthylmercure).
- Pour les métaux dont les concentrations sont données sous forme d'une somme, la répartition est effectuée comme suit :
 - pour les métaux documentés dans le guide ASTEE sur les UIOM de 2003 ²² (à savoir As, Cr total, Mn, Ni, Pb), des répartitions en % sont calculées sur la base des concentrations qui y sont données et de la somme réglementaire de $0,5 \text{ mg/Nm}^3$. Ces répartitions sont présentées dans le Tableau 4 ;
 - pour les autres métaux non cités dans ce guide (Co, Cu, V et Sb), leur répartition respective est prise égale à 100% de la somme des concentrations en métaux garantie par le constructeur (hypothèse volontairement majorante).

Les répartitions sont appliquées à la somme des concentrations en métaux garantie par le constructeur à savoir $0,4 \text{ mg/Nm}^3$.

²² Guide ASTEE pour l'évaluation du risque sanitaire dans le cadre de l'étude d'impact d'une UIOM, novembre 2003.

Tableau 4 : Concentrations retenues pour les métaux (métal par métal) en sortie des cheminées UVE

Métal	Concentrations données dans le guide ASTEE 2003 (mg/Nm ³)	Répartition considérée des métaux	Concentrations retenues en sortie de cheminée (répartition appliquée à 0,4 mg/Nm ³) (mg/Nm ³)
Arsenic (As)	0,01	2%	0,008
Chrome total (Cr tot)	0,03	6%	0,024
Cobalt (Co)*	nd	100%	0,4
Cuivre (Cu)*	nd	100%	0,4
Manganèse (Mn)	0,02	4%	0,016
Nickel (Ni)	0,05	10%	0,04
Plomb (Pb)	0,25	50%	0,2
Antimoine (Sb)*	nd	100%	0,4
Vanadium (V)*	nd	100%	0,4

* nd : non disponible. Répartition prise par défaut comme égale à 100% de la somme.

- Chrome total et Chrome VI : la part de chrome hexavalent (forme la plus toxique) est considérée égale à 10%, par principe de prudence. Cette hypothèse est cohérente avec l'étude de l'US-EPA en 1995²³ portant sur la formation et la destruction du chrome VI dans une chambre de combustion en régime turbulent qui indique un ratio Cr VI / Cr total de 5 et 8 %. Enfin, cette hypothèse est conforme à la préconisation du guide ASTEE de 2003.

Tableau 5 : Répartition chrome VI et chrome III

Métal	Répartition considérée des métaux	Concentration retenue en sortie de cheminée (mg/Nm ³)
Chrome VI (Cr VI)	10 % du Cr tot	0,0024
Chrome III (Cr III)	90 % du Cr tot	0,0216

- Les concentrations en cadmium et en thallium sont également exprimées sous forme de somme. Le guide ASTEE 2003 indique une large prédominance du cadmium par rapport au thallium. De plus, le thallium ne possède pas de VTR. La somme des concentrations en cadmium et

²³ Linak L.W. and al a. (1996) - Formation and destruction of hexavalent Cr VI in a laboratory Swirl Flame Incinerator. Combustion Science and Technology, 116-117.

thallium, garantie par le constructeur (0,03 mg/Nm³) est donc affectée en totalité au cadmium.

- Les composés organiques volatils totaux (COVT) se répartissent en Composés Organiques Volatils Méthaniques (COV_M) et Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COV_{NM}). Pour la future usine, la répartition entre les deux n'est pas connue.

Dans le Tableau 3, il est donné une concentration de substances organiques exprimée en Carbone Organique Total (COT) de 5 mg/Nm³ sec à 11% d'O₂, qui est la valeur maximum garantie par le constructeur.

Dans son cahier des garanties, le Sycatom donne une valeur maximum d'émissions de 10 mg/Nm³ de COT qui correspond à la valeur réglementaire d'émissions pour ce type d'installation. Ainsi, il est retenu :

- pour le bilan moyen, la concentration garantie par le constructeur, soit 5 mg/Nm³,
- pour le bilan maximum, la valeur réglementaire d'émissions, soit 10 mg/ Nm³.

De façon majorante, l'ensemble des COV est assimilé à la substance la plus toxique pouvant être générée par ce type d'installation, à savoir le benzène.

- Les émissions de dioxines et furanes (PCDD/F) sont exprimées en équivalent toxique (I-TEQ)²⁴ selon la convention NATO/CCMS conformément à la réglementation en vigueur. En première approche, les PCDD/F ne seront pas considérées séparément mais sous forme d'I-TEQ.
- Les poussières sont réparties en PM_{2,5} et PM₁₀ (particules de diamètre inférieur respectivement à 2,5 et 10 µm). Si pour ces deux catégories de particules, il n'existe pas de Valeur Toxicologique de Référence, il existe néanmoins des valeurs guides des lignes directrices de l'OMS 2005²⁵.

Une approche sécuritaire est retenue et consiste à assimiler l'ensemble des poussières à des PM_{2,5} puis à des PM₁₀, et à considérer le résultat le plus contraignant.

Sur la base des données et hypothèses détaillées ci-dessus, deux bilans prévisionnels des émissions de l'UVE sont établis :

- **le bilan maximum fondé sur les valeurs tolérées par le Sycatom dans son marché avec le groupement IP13,**

²⁴ La répartition des différents congénères émis est disponible. L'expression en équivalent I-TEQ est pertinente en premier niveau d'approche.

²⁵ OMS (2005) - WHO air quality guidelines update 2005, Report on a working group meeting, . Bonn, Germany.

- **le bilan moyen fondé sur les valeurs des garanties constructeur (toutes ces valeurs sont égales ou inférieures à celles imposées par le Syctom).**

L'évaluation des risques sanitaires permet, à travers le bilan moyen, d'obtenir une évaluation réaliste des expositions des populations. Le bilan maximum quant à lui, permet d'intégrer les variations des phases de fonctionnement de l'incinérateur (arrêt, intervention pour maintenance), et représente les rejets maximums de l'incinérateur sur le long terme. Il permet de s'assurer de l'absence de risque même avec une situation d'émissions raisonnablement majorante.

Tableau 6 : Bilan prévisionnel moyen et maximum des émissions canalisées de l'incinérateur

Substances	Concentration MOYENNE (air sec à 11% O ₂)	Flux de substances MOYEN, pondéré par temps de fonctionnement - total pour les 2 cheminées	Concentration MAXIMUM (air sec à 11% O ₂)	Flux de substances MAXIMUM, pondéré par temps de fonctionnement - total pour les 2 cheminées
	mg/Nm ³	kg/an	mg/Nm ³	kg/an
Poussières	3,0E+00	4,6E+03	5,0E+00	7,7E+03
COV totaux (assimilé au benzène)	5,0E+00	7,7E+03	1,0E+01	1,5E+04
CO	2,5E+01	3,9E+04	5,0E+01	7,7E+04
NOx (assimilé à NO ₂)	4,0E+01	6,2E+04	4,0E+01	6,2E+04
NH ₃	4,0E+00	6,2E+03	5,0E+00	7,7E+03
HCl	3,0E+00	4,6E+03	3,0E+00	4,6E+03
HF	5,0E-01	7,7E+02	5,0E-01	7,7E+02
SO ₂	1,0E+01	1,5E+04	1,0E+01	1,5E+04
Métaux (Cd+Tl)	3,0E-02	4,6E+01	3,0E-02	4,6E+01
Cd	3,0E-02	4,6E+01	3,0E-02	4,6E+01
Tl	/			
Hg	3,0E-02	4,6E+01	3,0E-02	4,6E+01
autres métaux et leurs composés (Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V)	4,0E-01	6,2E+02	4,0E-01	6,2E+02
Arsenic (As)	8,0E-03	1,2E+01	8,0E-03	1,2E+01
Chrome total (Cr tot)-réparti :				
Cr III (90% du Cr tot)	2,2E-02	3,3E+01	2,2E-02	3,3E+01
Cr VI (10% du Cr tot)	2,4E-03	3,7E+00	2,4E-03	3,7E+00
Cobalt (Co)	4,0E-01	6,2E+02	4,0E-01	6,2E+02
Cuivre (Cu)	4,0E-01	6,2E+02	4,0E-01	6,2E+02
Manganèse (Mn)	1,6E-02	2,5E+01	1,6E-02	2,5E+01
Nickel (Ni)	4,0E-02	6,2E+01	4,0E-02	6,2E+01
Plomb (Pb)	2,0E-01	3,1E+02	2,0E-01	3,1E+02
Antimoine (Sb)	4,0E-01	6,2E+02	4,0E-01	6,2E+02
Vanadium (V)	4,0E-01	6,2E+02	4,0E-01	6,2E+02
PCDD/F (ITEQ) *	8,0E-08	1,2E-04	8,0E-08	1,2E-04

* PCDD/F (chlorés) : 17 dioxines/furanes de l'USEPA. Débit considéré : 96 600 Nm³/h sec avec un temps de fonctionnement de 8000 h/an.

3.2.2.3 BILAN POUR L'UNITÉ DE VALORISATION ÉNERGÉTIQUE - PARTIE DÉSODORISATION

La désodorisation ne fonctionnera au maximum que 2 mois par an lors de l'arrêt des fours d'incinération.

Les données fournies par le constructeur sur cette installation pour les poussières garantissent une concentration maximum de 5 mg/Nm³ en moyenne journalière. Cette valeur maximale est considérée dans la suite du rapport.

Des COV peuvent être émis par les déchets avant leur introduction dans les fours. Pour prendre en compte de manière quantitative ces COV potentiellement émis par la désodorisation, et à défaut d'informations plus précises, il est considéré ici la concentration maximum retenue en sortie de cheminée de l'UVE pour la partie incinération, à savoir 10 mg/Nm³ de COV totaux, alors que la désodorisation capte l'air ambiant autour des déchets. Ces COV sont assimilés en totalité à du benzène (substance la plus toxique parmi les COV potentiellement présents).

Ainsi, au regard du faible temps de fonctionnement de la désodo UVE, ces hypothèses très majorantes sont retenues.

Les gaz NH₃ et H₂S sont retenus pour cette désodorisation sur la base des valeurs de l'article 25 de l'arrêté du 22 avril 2008 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les désodorisations des installations de compostage soumises à autorisation. Ces valeurs existent uniquement pour NH₃ et H₂S. Pour ces installations, les rejets canalisés dans l'atmosphère, mesurés dans des conditions normalisées, contiennent moins de :

- 5 mg/Nm³ d'hydrogène sulfuré (H₂S) sur gaz sec si le flux dépasse 50 g/h ;
- 50 mg/Nm³ d'ammoniac (NH₃) sur gaz sec si le flux dépasse 100 g/h.

Ces valeurs limites, qui représentent les émissions maximums de cette cheminée sont donc prises en compte pour l'évaluation des expositions et des risques.

Tableau 7 : Bilan prévisionnel maximum pour la désodorisation de l'UVE

	Concentration (mg/Nm ³)	Débit* (Nm ³ /h)	Flux estimé (mg/h)	Temps de fonctionnement (h/an)	Flux estimé pondéré par le temps de fonctionnement (kg/an)
Poussières	5	85 000	425 000	1488	632
H ₂ S	5	85 000	425 000	1488	632
NH ₃	50	85 000	4 250 000	1488	6324
COV (assimilé à du benzène)	10	85 000	850 000	1488	1265

* l'air est capté dans les bâtiments au taux ambiant d'humidité. Sans information sur le taux moyen, le débit donné dans le Tableau 2 est pris comme tel sans enlever l'humidité.

Le temps de fonctionnement de la désodorisation est estimé à 2 mois maximum par an (non forcément continu, soit 1488 heures). Dans le cadre de l'évaluation des risques chroniques, le flux émis est pondéré par le temps de fonctionnement sur un an (multiplication du flux par un rapport entre le nombre d'heures de fonctionnement sur un an et le nombre d'heures totales annuelles). Etant donné le temps de fonctionnement de cette désodorisation et le peu de données quantitatives disponibles sur ses rejets, seul un bilan maximum des flux est établi.

4. MILIEUX D'EXPOSITION ET CHOIX DES TRACEURS DE RISQUE

4.1 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 dans le futur. Selon le guide INERIS 2013, une durée d'exposition de 30 ans, et par analogie, une durée de fonctionnement de l'usine également durant 30 ans, sont généralement admises²⁶.

Pour plus de sécurité, il a été considéré ici **une période d'exposition de 70 années à venir avec un fonctionnement de l'usine durant 30 ans.**

Les **rejets sont considérés comme constants** durant la période de fonctionnement de l'usine, avec une accumulation des dépôts au sol **sans phénomène d'atténuation** (par exemple : érosion, ruissellement, lixiviation et volatilisation).

Le schéma conceptuel ci-dessous (Figure 6) traduit les relations entre :

- les sources de polluants ;
- les différents milieux et vecteurs de transfert ;
- les usages et les populations exposées.

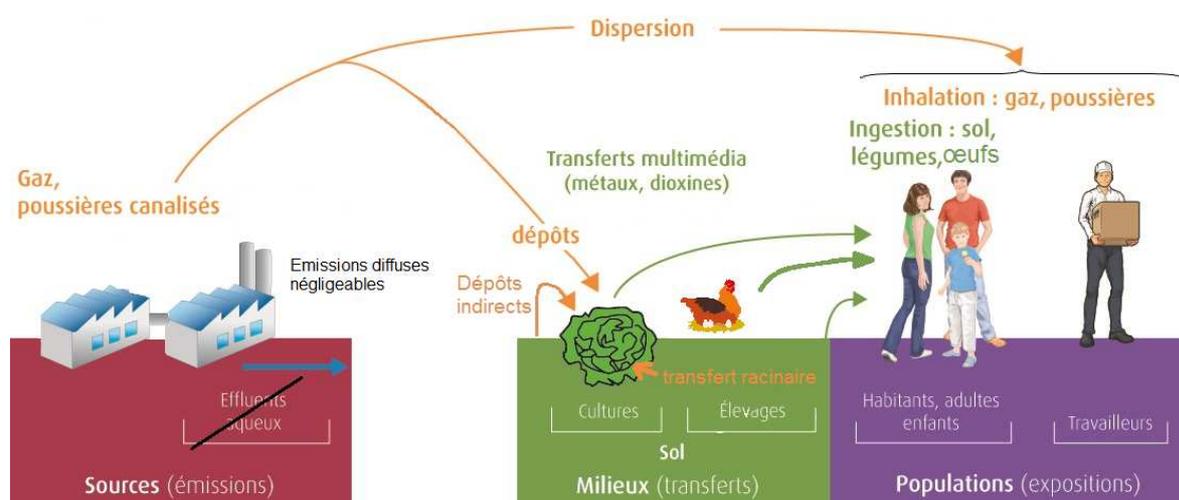


Figure 6 : Schéma conceptuel des expositions pour les émissions de l'usine du Syctom (UVE) à Ivry-sur-Seine

²⁶ Guide INERIS 2013 - DRC-12-125929-13162B, p.61

Le tissu urbain qui entoure le Sycotom comporte à la fois des entreprises et des habitations de type collectif ou pavillonnaire. Toutes les typologies de population peuvent donc se trouver sur la zone : travailleurs, résidents adultes et résidents enfants.

Au regard des usages constatés (activités tertiaires, habitats, jardins potagers, activités de loisirs) et des caractéristiques physico-chimiques des substances émises par l'usine, les voies d'exposition potentielles, directes ou indirectes, pour les populations humaines, comprennent :

- l'inhalation des gaz et poussières,
- l'ingestion de sol, lors d'activités extérieures,
- l'ingestion d'aliments produits sur place. Cette voie d'exposition est retenue pour le jardin de type « ouvrier » (c'est-à-dire avec des surfaces de productions importantes) le plus exposé. Il s'agit ici des jardins ouvriers d'Ivry, situés à environ 1,9 km au sud du site, sous les vents de l'incinérateur (voir Figure 25).

Plusieurs jardins partagés ou pédagogiques sont repérés autour du site dont un correspondant au parc des Cormailles dans la zone sud de concentrations et de dépôts maximums. Ces espaces ne semblent pas accueillir d'élevages de poules et aucun élevage n'a été repéré en novembre 2016 pour les espaces visibles depuis la rue. Les surfaces cultivées sont plus petites qu'au droit des jardins ouvriers (voir annexe 3) et les productions ne sont pas nécessairement destinées qu'à la consommation. Ainsi, les taux d'autoconsommation sont supposés plus faibles que ceux de jardins potagers de type « ouvriers ». Le risque par ingestion de légumes produits dans ces jardins est discuté dans la section dédiée à la discussion des incertitudes (section 9).

4.2 SCENARIOS D'EXPOSITION

Les résidents, adultes et enfants, sont considérés de manière majorante comme étant présents toute l'année 24H/24. La durée d'exposition de ces individus considérée est de 70 ans (ce qui correspond à la vie entière, 70 ans étant la durée de vie classiquement retenue dans les études de risques) avec un fonctionnement de l'usine pendant 30 années. **Les travailleurs (travailleurs voisins du site, hors salariés du centre de valorisation) sont exposés au cours de la durée de travail (8h/jour et 220j/an sur la durée de fonctionnement de l'usine considérée égale à 30 ans).**

Les individus sont considérés comme exposés aux concentrations modélisées dans l'air extérieur.

Il est ainsi envisagé :

- **un scénario « familles de résidents (sans potager) »** : les individus de la famille (adultes et enfants) qui vivent sur place sont exposés par inhalation et ingestion de sol. Ce scénario appliqué pour les concentrations et dépôts maximums modélisés couvre les enfants pendant leur temps à l'école ainsi qu'en dehors de l'école. Les enfants

sont considérés comme des résidents avec une exposition maximum de 24h/24 et 7j/7,

- **un scénario « travailleurs »** : ce scénario concerne uniquement les travailleurs voisins de l'UVE et non les salariés de l'installation (ces derniers entrant dans le cadre de la réglementation du droit du travail). Les travailleurs sont exposés durant leur temps de travail uniquement par inhalation (scénario appliqué au point récepteur « Quais d'Ivry »). En effet, il est estimé ici que pour les zones fréquentées par les travailleurs (ici plutôt travailleurs en extérieurs, ou en usines/entrepôts), le sol est le plus souvent recouvert (béton / macadam) et l'exposition par ingestion peut être considérée comme négligeable (les risques par ingestion de sol des travailleurs sont estimés dans le chapitre incertitudes),
- **un scénario « familles de résident avec potagers »** : il s'agit des familles qui vivent sur place et possèdent un potager (jardins d'Ivry). Les individus de la famille sont exposés par inhalation, ingestion de sol et d'aliments produits sur place. Les aliments considérés sont les catégories disponibles dans Modul'ERS pour les légumes (avec les consommations médianes associées) à savoir : les légumes feuilles, les légumes-fruits, les légumes racines et les tubercules (pommes de terre). L'ingestion d'œufs provenant de poules élevées sur place est également prise en compte.

Les informations sur les scénarios d'exposition sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Principales caractéristiques des scénarios d'exposition

Scénario	Familles de résidents (sans potager)	Travailleurs	Familles de résidents avec potagers
Acronyme scénario	R	T	RP
Ingestion	Oui (sol) (sauf point Clinique de Bercy)*	Non (voir en incertitudes)	Oui (sol, légumes et œufs)
Inhalation	Oui	Oui	Oui
Population	Adultes et enfants	Adultes	Adultes et enfants
Durée d'exposition	Toute la journée, toute l'année, pendant 70 ans	8h par jour, 220 jours par an, pendant 30 ans**	Toute la journée, toute l'année, pendant 70 ans. Scénario spécifique au point jardin d'Ivry

* Le point « clinique de Bercy » a été choisi car il intègre des populations sensibles (individus hospitalisés) mais qui ont a priori très peu (voire pas) de contact avec les sols sur place.

** les travailleurs sont considérés comme exposés uniquement par inhalation, ainsi pour les effets sans seuil, le temps d'exposition correspond uniquement à la durée de fonctionnement de l'usine, soit 30 ans.

Remarques sur le point maximum de concentrations et de dépôts : Il existe deux zones pour lesquelles les concentrations et les dépôts sont les plus élevés selon les polluants : une au sud et l'autre au nord du site (toutes les deux à environ 600 m du site, voir Figure 3). Ainsi, selon les polluants, la concentration et/ou le dépôt maximum ne se situent pas toujours au même endroit de la grille de calculs. Il est donc retenu, par simplification pour les calculs, les concentrations et dépôts maximums modélisés sur le long terme (= moyennés sur les 3 ans de données météo) de chaque polluant même si ces valeurs ne se situent pas au même endroit de la grille. Cette approche est majorante puisqu'elle retient les valeurs maximales des dépôts ou des concentrations qui ne surviennent pas forcément aux mêmes points géographiques.

Selon une approche sécuritaire, un scénario « **Familles de résidents (sans potager)** » est considéré avec les concentrations et dépôts maximaux (long terme) de la grille de calculs.

4.3 CARACTÉRISATION DE LA TOXICITÉ DES SUBSTANCES ÉMISES

La toxicité d'une substance se caractérise par les effets qu'une exposition est susceptible de générer sur la santé humaine. Lorsque le niveau d'exposition croît, le premier effet sanitaire qui apparaît est appelé *effet critique*.

Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) permettent de définir la relation quantitative entre un niveau d'exposition et la possibilité ou la probabilité d'apparition de l'effet critique. On parle de « relation dose-effet ».

Les VTR sont établies sur la base d'une analyse des connaissances toxicologiques et épidémiologiques actuellement disponibles.

Selon les mécanismes toxiques mis en jeu, deux types d'effets sanitaires sont considérés :

- les effets survenant à partir d'un seuil de dose d'exposition.

La plupart de ces effets sont non cancérogènes. Dans ce cas, une VTR représente le seuil en-dessous duquel aucun effet sanitaire n'est attendu. Au-delà de ce seuil, un effet sanitaire est possible.

La VTR s'exprime différemment selon la voie d'exposition considérée. Pour une exposition par inhalation, il s'agit d'une Concentration Admissible dans l'Air (CAA), qui s'exprime en masse de substance par mètre cube d'air inhalé (mg/m³). Pour une exposition par ingestion, il s'agit d'une Dose Journalière Admissible (DJA), qui s'exprime en masse de substance ingérée par jour et par kilogramme de poids corporel (mg/kg_{poids corporel}/j).

- les effets survenant sans seuil de dose d'exposition.

La plupart de ces effets sont cancérogènes. Dans ce cas, une VTR représente la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu contracte un effet s'il est exposé pendant sa vie entière à une unité de dose de la substance.

La VTR est nommée Excès de Risque Unitaire, par inhalation (ERUi) ou par voie orale (ERUo). Elle s'exprime différemment selon la voie d'exposition, dans une unité inverse de celle de l'exposition : en $(\text{mg}/\text{m}^3)^{-1}$ pour la voie inhalation et en $(\text{mg}/\text{kg}_{\text{poids corporel}}/\text{j})^{-1}$ pour la voie ingestion.

Le recensement des VTR d'une ERS s'appuie sur la méthodologie encadrant la sélection des VTR, définie conjointement par la Direction Générale de la Santé et la Direction générale de la prévention des risques²⁷.

En France, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a pour mission d'élaborer des VTR. Sont retenues en priorité, les VTR construites par l'ANSES²⁸.

Lorsque l'ANSES ne fournit pas de VTR pour certaines substances étudiées, si une expertise nationale a été menée et a abouti à un choix, celui-ci est retenu sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

A défaut, la VTR la plus récente parmi les bases de données suivantes est retenue :

- Agence Américaine de Protection de l'Environnement - USEPA²⁹ ;
- Agence Américaine des Substances Toxiques et du Registre des Maladies - ATSDR³⁰ ;
- Organisation Mondiale de la Santé - OMS³¹ ;

Si aucune VTR n'est trouvée à ce stade, alors, la VTR la plus récente est sélectionnée dans les bases de données suivantes :

- Ministère Fédéral Canadien pour la Santé - Santé Canada³² ;
- Institut National de Santé Publique des Pays-Bas - RIVM³³ ;
- Bureau Américain pour l'Évaluation des Dangers en Santé Environnementale - OEHHA³⁴.
- Autorité Européenne de Sécurité des Aliments - EFSA³⁵

²⁷ Note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 : sélection des substances chimiques et choix des VTR pour les ERS dans le cadre des études d'impact et gestion des sites et sols pollués

²⁸ <https://www.anses.fr/fr/content/liste-des-valeurs-toxicologiques-de-r%C3%A9f%C3%A9rence-vtr-construites-par-l%E2%80%99anses>

²⁹ United States Environmental Protection Agency - base de données IRIS (Integrated Risk Information System) : <http://www.epa.gov/iris/>

³⁰ Agency for Toxic Substances and Disease Registry - <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.html>

³¹ www.who.int/fr

³² www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/hbct-jact/index-fra.php

³³ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu - <http://www.rivm.nl/>

³⁴ Office of Environmental Health Hazard Assessment - www.oehha.ca.gov/air/allrels.html

³⁵ European Food Safety Authority - <http://www.efsa.europa.eu/fr/>

Un choix de VTR a été effectué pour l'ensemble des substances retenues dans le bilan des flux. Le détail de l'ensemble des VTR, des effets critiques et des bases de données associés, est fourni en annexe 4.

Cas particuliers des NO_x, du SO₂ et des poussières

Aucune VTR n'est disponible pour les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de soufre (SO₂) et les poussières (PM₁₀ et PM_{2,5}).

Afin de pouvoir considérer ces composés classiques dans le cadre de l'ERS, les valeurs guides de l'OMS³⁶ sont retenues comme valeurs sanitaires de référence. Le détail de ces valeurs est fourni en annexe 4.

4.4 CHOIX DES TRACEURS DE RISQUES

4.4.1 MÉTHODOLOGIE

En cohérence avec les recommandations du guide INERIS 2013 et selon le principe de proportionnalité, la quantification du risque sanitaire n'est réalisée que pour les substances dont les risques attendus sont les plus élevés. Ces substances sont appelées *traceurs de risque*.

Pour la partie incinération, cette identification des traceurs est menée pour l'UVE seule. Pour la désodorisation de l'UVE, l'ensemble des substances définies dans le bilan quantitatif est retenu.

Pour identifier les traceurs de risque, les risques attendus de l'ensemble des substances émises sont hiérarchisés, sur la base d'un ratio de type *flux émis / référence toxicologique*.

Ces références toxicologiques sont élaborées à partir des différentes VTR chroniques disponibles pour chaque substance :

- pour la voie inhalation, la référence toxicologique s'exprime sous la forme d'une concentration de référence : le minimum entre la CAA (VTR à seuil) et la concentration correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵ (calculée à partir de la VTR sans seuil) ;
- pour la voie ingestion, la référence toxicologique s'exprime sous la forme d'une dose de référence : le minimum entre la DJA (VTR à seuil) et la concentration correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵ (calculée à partir de la VTR sans seuil).

Un tel ratio a été calculé pour chacune des substances identifiées lors du bilan des émissions atmosphériques, pour chaque voie d'exposition. Le détail des calculs est fourni en annexe 5.

4.4.2 TRACEURS DE RISQUES RETENUS

Les substances retenues comme traceurs de risque sont les suivantes :

³⁶ OMS (2005) - WHO air quality guidelines update 2005, Report on a working group meeting, . Bonn, Germany.

- les traceurs identifiés dans le guide ASTEE 2003 : poussières, As, Cr VI, Cd, Hg, Pb, Ni, Mn, dioxines/furanes.
- les substances identifiées pour la désodorisation (au regard de leur faible nombre) : NH₃, COV, H₂S, poussières

Il est ajouté à ces traceurs, parmi les substances classées en fonction de leur ratio flux émis / référence toxicologique (voir annexe 5) :

- la substance de plus fort ratio *flux émis / référence toxicologique*, pour chaque voie d'exposition,
- les substances dont le ratio est au moins égal à 1% du ratio le plus élevé, pour chaque voie d'exposition.

Les substances sélectionnées comme traceurs pour une des voies d'exposition (inhalation ou ingestion) sont retenues dans les calculs pour les deux voies d'exposition.

Les traceurs retenus, leurs VTR et les raisons du choix sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Traceurs de risques sélectionnés avec VTR ou valeurs guides OMS associées (les valeurs guides sont en italiques)

Substances	Raison du choix	Voie inhalation		Voie ingestion	
		Effets à seuil CAA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Effets sans seuil ERU _i ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Effets à seuil DJA (mg/kg/j)	Effets sans seuil ERU _o (mg/kg/j) ⁻¹
Poussières (PM10)	traceur ASTEE pour UVE et pour partie désodo UVE	20 (<i>valeur guide</i>)	n.d.	n.d.	n.d.
Poussières (PM2,5)	traceur ASTEE pour UVE et pour partie désodo UVE	10 (<i>valeur guide</i>)	n.d.	n.d.	n.d.
COVtot (benzène)	traceur inhalation et traceur pour partie désodo UVE	10	2,6E-05	pas d'ingestion prise en compte, composés gazeux	
NOx (assimilé à NO ₂)	Classement flux/référence toxicologique	40 (<i>valeur guide</i>)	n.d.		
NH ₃	traceur pour partie désodo UVE	200	n.d.		
SO ₂	Classement flux/référence toxicologique	20 (<i>valeur guide</i>)	n.d.		
H ₂ S	traceur pour partie désodo UVE	2	n.d.		
HCl *	Traceur inhalation pour bilan moyen uniquement	20	n.d.		
PCDD/F (ITEQ)	traceur ASTEE pour UVE	4,0E-05	n.d.		
Mercuré (Hg)	traceur ASTEE pour UVE	3,0E-02	n.d.	1,0E-04	n.d.
Cadmium (Cd)	traceur ASTEE pour UVE	3,0E-01	n.d.	3,6E-04	n.d.
Arsenic (As)	traceur ASTEE pour UVE	1,5E-02	4,3E-03	4,5E-04	1,50E+00
Chrome VI (Cr VI)	traceur ASTEE pour UVE	5,0E-03	4,0E-02	9,0E-04	5,00E-01
Cobalt (Co)	Classement flux/référence toxicologique	1,0E-01	n.d.	1,4E-03	n.d.
Cuivre (Cu)	Classement flux/référence toxicologique	1,0	n.d.	1,4E-01	n.d.
Manganèse (Mn)	traceur ASTEE pour UVE	3,0E-01	n.d.	1,4E-01	n.d.
Nickel (Ni)	traceur ASTEE pour UVE	9,0E-02	3,8E-04	1,2E-02	n.d.
Plomb (Pb)	traceur ASTEE pour UVE	9,0E-01	1,2E-05	6,3E-04	8,50E-03
Antimoine (Sb)	Classement flux/référence toxicologique	2,0E-01	n.d.	6,0E-03	n.d.
Vanadium (V)	Classement flux/référence toxicologique	1,0E-01	n.d.	9,0E-03	n.d.

n.d. : valeur non disponible

* voir « remarque sur le traceur HCl » ci-après

Remarque sur le traceur HCl : Selon cette méthode de classement flux/référence toxicologique, les traceurs sont les mêmes pour le bilan des flux maximum ou moyen, sauf pour HCl, qui est retenu uniquement avec le bilan moyen (voir annexe 5). En effet, son indice flux/réf. tox. passe de 0,6% pour le bilan maximum à 1,2% pour le bilan moyen (avec un seuil de coupure pour retenir les traceurs de 1%). Cette augmentation est liée à la baisse du flux de COV de moitié pour le bilan moyen. Or, comme les COV possèdent l'indice flux/réf.tox. le plus élevé, cela entraîne automatiquement une remontée des indices des autres substances. Le HCl est la seule substance à passer le seuil de 1% et donc à être retenue en plus pour le bilan moyen. Un commentaire sur les risques sanitaires de HCl pour le bilan moyen est donné dans le chapitre 9 sur les incertitudes.

5. INTERPRÉTATION DE L'ÉTAT DES MILIEUX : INVENTAIRE DES RESULTATS DE LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE ACTUELLE

Dans le cadre de l'ERS, l'évaluation de la surveillance environnementale doit permettre de fixer des priorités pour la suite de l'étude et pour la gestion des émissions de l'installation. Pour cela, l'évaluation se fonde sur les mesures réalisées dans les milieux d'exposition autour de l'installation.

La partie UVE du projet comprend une prolongation de l'activité actuelle d'incinération d'ordures ménagères. Il est considéré le cas d'une installation existante puisque l'activité de la future usine UVE sera la même que l'activité actuelle. La démarche adoptée est celle du guide INERIS 2013³⁷ dont les étapes sont présentées en annexe 6.

L'interprétation des données environnementales peut donc permettre de :

- déterminer si les émissions du site actuel contribuent à la dégradation des milieux ;
- déterminer une éventuelle vulnérabilité des milieux vis-à-vis d'une ou plusieurs substances émises par l'installation actuelle.

L'interprétation des mesures environnementales doit également permettre de définir un « état initial des milieux », constituant un état de référence « historique » exempt de l'impact de la future activité. Cependant, la localisation du projet dans une zone fortement urbanisée et déjà soumise à de nombreuses émissions atmosphériques, rend délicate l'interprétation des résultats et la définition de cet état de référence.

5.1 SURVEILLANCE DES RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES

5.1.1 DONNÉES ANALYSÉES

L'UIOM d'Ivry fait l'objet d'un programme de surveillance destiné à contrôler l'impact de l'installation sur l'environnement. Ce programme est mené dans le cadre de l'arrêté préfectoral d'exploitation du 16 juin 2004 ainsi que de l'article 30 de l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux.

L'INERIS a réalisé la synthèse de la surveillance environnementale de l'incinérateur sur la base des Dossiers d'Information du Public (DIP)³⁸ de 2012 à 2015. Les informations et conclusions jugées pertinentes par l'INERIS sont présentées dans cette section n°5.

³⁷ Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires. Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées - première édition - août 2013

³⁸ Pour plus d'informations, voir les Dossiers d'Information du Public (DIP) pour les années correspondantes.

5.1.2 PRINCIPAUX RÉSULTATS DE LA SURVEILLANCE

Le programme de surveillance de l'impact de l'installation a pour objet de surveiller les retombées totales atmosphériques en dioxines/furanes (PCDD/F) et en métaux (au nombre de 13), au voisinage de l'installation actuelle, et ce par le biais de techniques complémentaires :

- L'analyse des retombées collectées par des jauges Owen installées au voisinage de l'installation depuis 2005 (par LECES, méthode normalisée NF X 43-014) ;
- Le prélèvement et l'analyse de bryophytes (mousses terrestres) autour de l'installation depuis 2007 (par BioMonitor, méthode normalisée NF EN 16414) ;
- Le prélèvement et l'analyse de lichens autour de l'installation depuis 2009 (par BioMonitor, méthode normalisée NF X 43-904).

Le prélèvement et l'analyse des retombées par les collecteurs de type jauge Owen est la technique la plus classiquement utilisée. Le collecteur récupère toutes les retombées, sèches et humides (mais pas les fractions gazeuses). Cette surveillance est réalisée annuellement sur une période de deux mois pendant l'automne (sauf pour 2005 et 2006, où elle a été réalisée au printemps).

Les bryophytes et les lichens constituent des indicateurs biologiques d'accumulation vis-à-vis des retombées atmosphériques. Ils sont capables de concentrer les polluants (métaux, HAP, PCDD/F, PCB-DL) en très faibles quantités dans le milieu. L'analyse chimique des organismes accumulateurs fournit une indication intégrée dans le temps de la situation de pollution d'un passé récent, c'est-à-dire renseignant sur les évolutions de fond des concentrations en polluants.

5.1.2.1 JAUGES OWEN

5.1.2.1.1 LOCALISATION

Le Sycotom a disposé les jauges de prélèvement en suivant les préconisations faites par l'INERIS dans le guide méthodologique DRC - 01- 25585 - AIRE - n°716 « Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM ».

Pour cela, les retombées des rejets des cheminées de l'UIOM du site d'Ivry-sur-Seine ont été modélisées (dioxines/furanes, métaux lourds).

Les cartographies ont mis en évidence les zones de retombées. Ainsi, les jauges ont été positionnées dans ces zones.

Les points témoins ont été, quant à eux, positionnés suivant la même méthode que les jauges impactées, en prenant soin également qu'elles soient situées hors des zones d'influence de l'ensemble des UVEs d'Ile-de-France.

Après quelques années de surveillance, les points J4, situé sur la pelouse dans l'enceinte de l'UIOM, et J31, situé sur le toit de la Médiathèque à IVRY-SUR-SEINE (à 1,09 km de l'usine) sous les vents de secteur Nord-Est ont été ajoutés au réseau, afin de disposer des jauges plus proches de l'UIOM.

La surveillance des retombées atmosphériques par jauges Owen concerne douze emplacements se répartissant de la manière suivante :

- 9 points de prélèvement répartis selon l'axe des vents majoritaires (axe Sud-Ouest et Nord-Est et à des distances variables (de 1 à 10 km) de l'installation (points J2, J6, J7', J25, J27, J28, J29, J30, J31) ;
- 2 points témoins situés hors des zones d'influence de l'usine (points J5 et J26) ;
- 1 point dans l'enceinte de l'UIOM (point J4).

Les 12 emplacements pour les jauges Owen sont localisés sur la carte à la Figure 7.

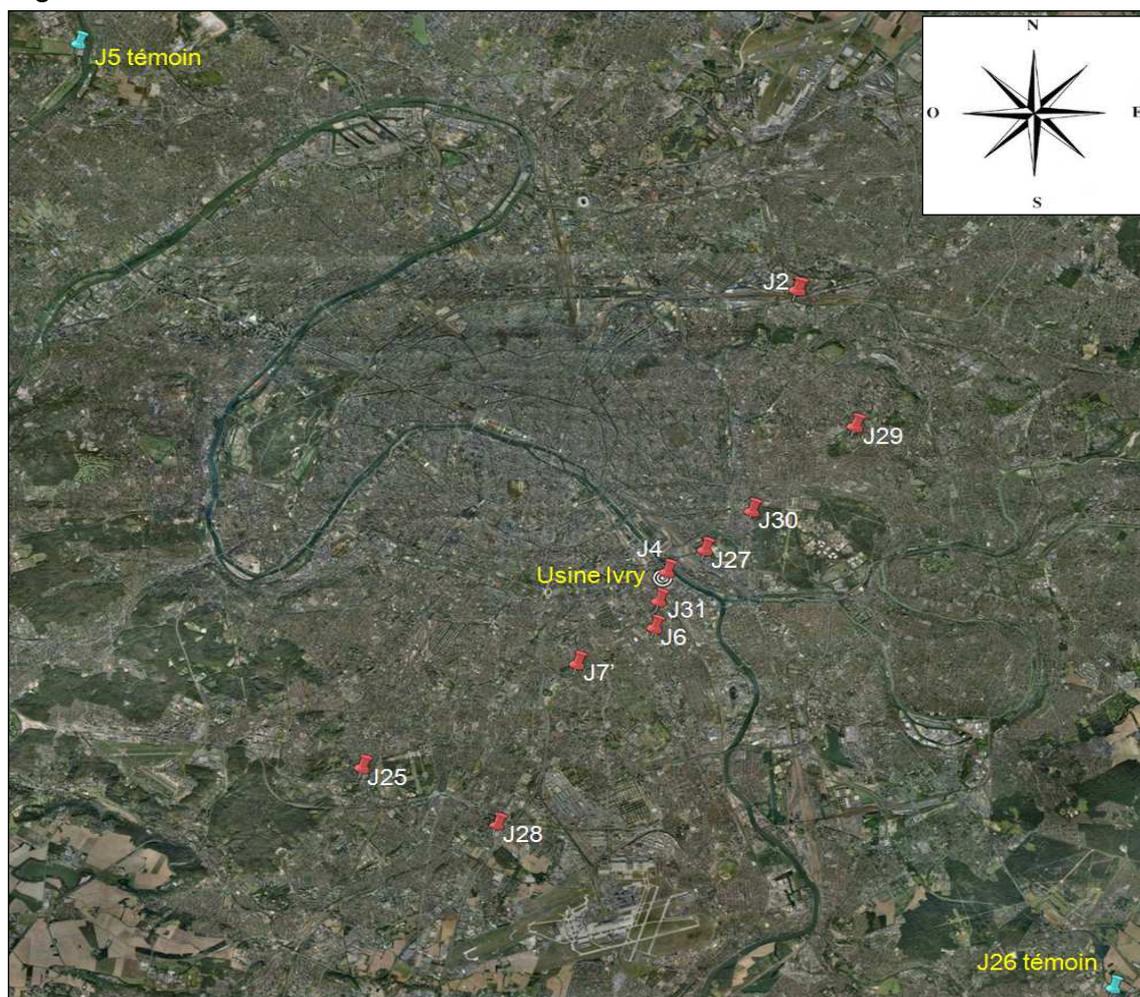


Figure 7 : Localisation des jauges Owen dans le cadre du programme de surveillance de l'environnement pour l'UIOM d'Ivry

Chaque emplacement est équipé d'une jauge destinée à l'analyse des PCCD/F et d'une jauge destinée à l'analyse des métaux. Le prélèvement et l'analyse des retombées dans les jauges sont réalisés tous les ans par LECES lors d'une campagne d'une durée de deux mois. En plus des points de mesures réalisées dans le cadre de la campagne réglementaire présentés ci-dessus, un point de mesure complémentaire a été rajouté à la demande des riverains (école Dulcie September située à 300 m au Sud-Est de l'incinérateur).

5.1.2.1.2 DIOXINES/FURANES (PCDD/F)

Les concentrations totales en PCDD/F (17 congénères) mesurées dans les retombées atmosphériques lors des différentes campagnes annuelles, entre 2005 et 2015, et ce aux différents emplacements, sont présentées graphiquement à la Figure 8.

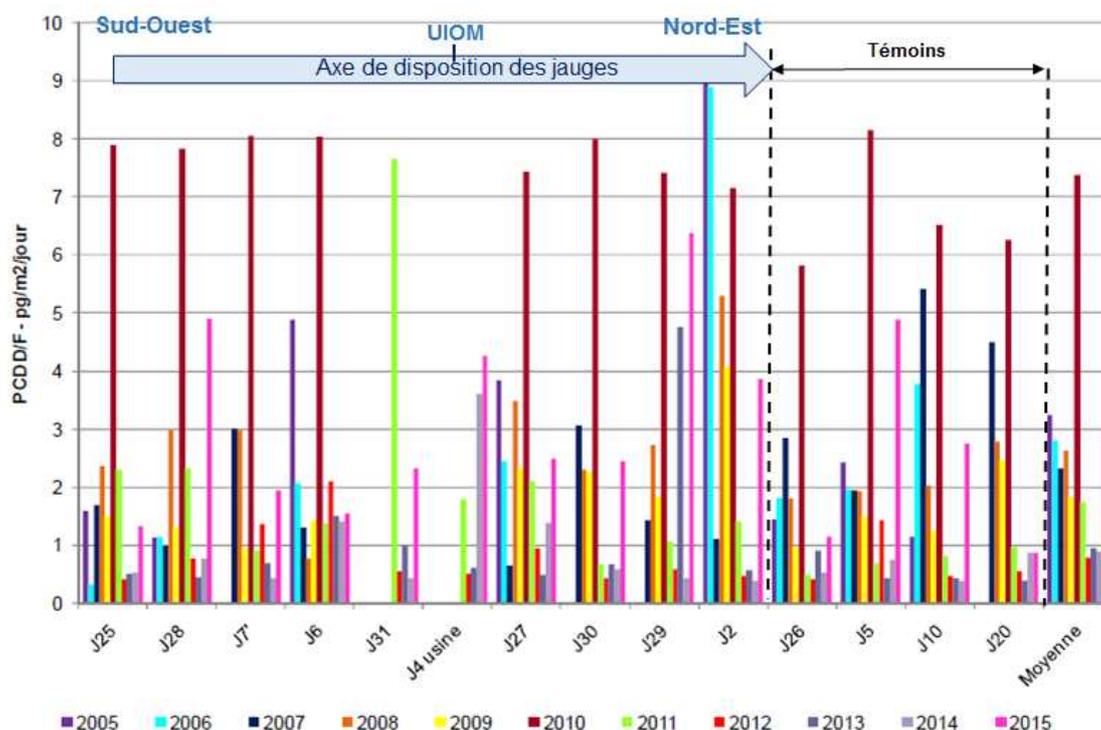


Figure 8 : Concentrations en dioxines et furanes (en pg I-TEQ OTAN/m²/jour) dans les retombées atmosphériques des jauges Owen, aux différents emplacements investigués, entre 2005 et 2015. [Données extraites du DIP 2015]. Ajout en 2015 de témoins J10 et J20.

Il n'existe à ce jour aucune valeur réglementaire, en Europe ou en France, relative aux dépôts atmosphériques de PCDD/F. Toutefois, les valeurs de dépôt peuvent être comparées à des niveaux de références disponibles dans la littérature (Tableau 12 et Tableau 13).

LECES présente des valeurs de référence pour les zones rurale, urbaine et proche d'une source, issues d'un guide INERIS de 2001³⁹. Ce guide, mis à jour (guide INERIS/BRGM 2013⁴⁰) fournit en effet des valeurs de dépôt en PCDD/F (données INERIS de 2012), présentées dans le tableau ci-dessous.

³⁹ INERIS, 2001. Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM. Référence DRC - 01- 25585 - AIRE

⁴⁰ INERIS/BRGM, 2013. Guide de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques des installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux. DRC-13-136338-06193C

Tableau 10 : Moyenne des niveaux repères des dépôts atmosphériques totaux de PCDD/F (pg TEQ/m²/j) établis par l'INERIS (2012)

Typologie	Moyenne des dépôts atmosphériques totaux en PCDD/F (en pg TEQ/m ² /j)
Bruit de fond urbain non impacté par l'UIOM	2,98
Bruit de fond rural non impacté par une source industrielle	1,86

Le BRGM a réalisé par ailleurs un travail d'agrégation de données de retombées atmosphériques totales en PCDD/F mesurées à proximité de 49 UIOM en France, entre 2006 et 2009⁴¹. Les niveaux de référence proposés par le BRGM, après traitement statistique, sont présentés au Tableau 11.

Tableau 11 : Niveaux de référence de dépôts atmosphériques totaux de PCDD/F établis par le BRGM (2011)

Typologie	Dépôts atmosphériques totaux en PCDD/F (en pg TEQ/m ² /j *)
Bruit de fond urbain et industriel	0 - 5
Impactée par l'activité anthropique	5 - 16
Proximité source industrielle	> 16

En 2010, dans le cadre de son plan de surveillance annuel des dioxines dans l'air ambiant⁴² (180 prélèvements de deux mois réalisés entre 2006 et 2009), Air Rhône-Alpes a également établi des valeurs de référence pour les PCDD/F dans les retombées atmosphériques, suite à analyse statistique des données de mesures de l'AASQA. Ces valeurs sont proposées « *comme seuil au-delà duquel un prélèvement pourra être caractérisé comme influencé par une source* ». Ces valeurs de référence, recherchées par l'INERIS, sont présentées au Tableau 12

Tableau 12 : Niveaux de référence des dioxines/furanes dans les retombées atmosphériques, établies par Air Rhône-Alpes (2010)

	Valeurs de référence (en pg TEQ OMS 98 /m ² /jour)	Période de référence
Retombées atmosphériques en PCDD/F	40	2 mois
	10	1 année

⁴¹ BRGM. F.BODENAN et al. « Environmental Surveillance Of Incinerators: 2006-2009 Data On Dioxin/Furan Atmospheric Deposition And Associated Thresholds », 31st International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants DIOXIN 2011, Bruxelles : Belgium (2011)

⁴² AIR Rhône-Alpes (2010). Dioxines et métaux lourds dans l'air ambiant. Bilan des mesures réalisées entre 2006 et 2009. Programme dioxines et métaux lourds. 89 p

Au regard des concentrations en PCDD/F mesurées aux différentes stations, dans le cas présent, la typologie des valeurs mesurées correspondrait à un bruit de fond urbain et industriel, voire impacté par l'activité anthropique (selon le référentiel BRGM 2011) et serait non « influencé par une source » (selon le référentiel Air Rhône-Alpes (2010).

Ces niveaux repères sont globalement similaires à ceux proposés dans le guide INERIS/BRGM 2013.

Excepté en 2010⁴³ et en 2015, le niveau des retombées est globalement en baisse sur tous les points. Une valeur de 4 pg/m²/j, plus importante que les 3 années précédentes, est à noter sur J4 en 2014 et 2015. Les valeurs de retombées sont comprises globalement entre 1 et 10 pg/m²/j, ce qui situe ces retombées dans un bruit de fond « impacté par des activités anthropiques » mais sans influence de source particulière.

5.1.2.1.3 MÉTAUX

Les métaux actuellement surveillés sont : le chrome (Cr), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le cuivre (Cu), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le thallium (Tl), le plomb (Pb), l'antimoine (Sb), le cobalt (Co), le mercure (Hg), le vanadium (V) et le zinc (Zn). Les métaux Cr, Mn, Ni, Cu, As, Cd, Tl et Pb sont mesurés depuis 2005, les éléments Sb, Co, Hg et V depuis 2007 et le Zn depuis 2008.

Les concentrations totales en métaux mesurées dans les retombées atmosphériques lors des différentes campagnes annuelles, entre 2008 et 2015, et ce aux différents emplacements, sont présentés graphiquement à la Figure 9.

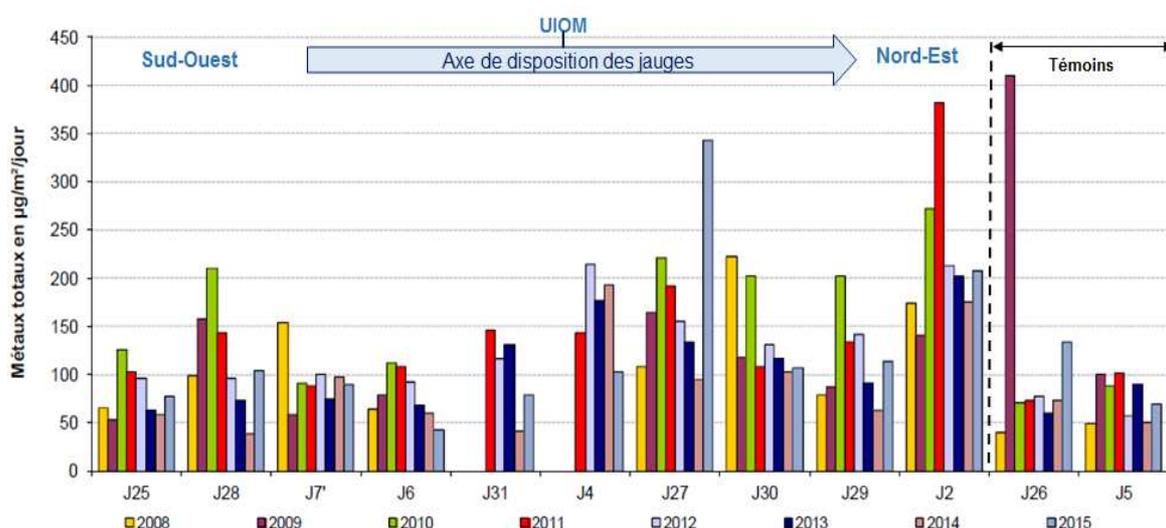


Figure 9 : Concentrations en métaux lourds (en µg/m²/jour) dans les retombées atmosphériques, aux différents emplacements, entre 2008 et 2015. [Extrait DIP 2015]

⁴³ Un changement de laboratoire et de technique analytique avec des limites de quantification supérieures peuvent expliquer que cette année soit particulière par rapport aux autres.

A ce jour, il n'existe aucune valeur réglementaire européenne ou française pour les dépôts atmosphériques en métaux que ce soit pour les dépôts totaux, ou bien pour chaque élément métallique.

Les concentrations en dépôts totaux métalliques sont globalement en diminution depuis plusieurs années, sauf pour la jauge J7' et les deux jauges témoins J26 et J5. L'ensemble des jauges présente des concentrations plus ou moins supérieures aux jauges témoins, ce qui témoigne de la présence de sources de métaux dans l'axe de vent Sud-Ouest/Nord-Est.

Les concentrations en métaux sont très variables d'une jauge à l'autre et d'une année à l'autre et sont dans certains cas ponctuellement élevés (c'est le cas pour le cuivre (J27 en 2009 et 2011), le cadmium (J27 en 2008), le zinc (jauge témoin J26 en 2009 et J27 en 2015), le plomb (jauge témoin J5 en 2006 et J25 en 2012), le nickel (J31 en 2013)). Ces constats évoquent l'existence de sources de métaux ponctuelles diverses et variables dans le temps.

Remarque : LECES souligne que « *la comparaison de l'évolution des dépôts en métaux lourds au cours du temps est délicate* » compte tenu des différents laboratoires d'analyse impliqués au cours des années et donc des différentes limites de quantification résultantes (laboratoire Micropolluants Technologie au moins depuis 2011).

Les retombées de métaux sont comparées aux valeurs repères proposées dans le guide INERIS 2013⁴⁴. Les valeurs maximales mesurées en 2015 sont inférieures aux valeurs de « bruit de fond urbain » proposées dans le guide sauf pour le cuivre (valeur maximale mesurée en 2015 égale à 34,4 µg/m²/jour pour un bruit de fond de 21 µg/m²/jour) et le zinc (valeur maximale mesurée en 2015 égale à 282 µg/m²/jour pour un bruit de fond de 119 µg/m²/jour).

⁴⁴ INERIS, 2013. Guide de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques des installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux. DRC-13-136338-06193C

5.1.2.2 BRYOPHYTES (MOUSSES TERRESTRES)

5.1.2.2.1 LOCALISATION

Comme pour les jauges, les stations de surveillance des bryophytes ont été positionnées en suivant les préconisations faites par l'INERIS dans le guide méthodologique DRC - 01- 25585 - AIRE - n°716 « Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM » et en tenant compte des cartographies de la dispersion atmosphérique.

Sept stations de surveillance des bryophytes (J6m, J7'm, J27m, J28bism, J29m, J30m et une jauge Témoin J26m), sont localisées aux mêmes emplacements que les jauges Owen correspondantes. Leur positionnement est reporté sur la carte de la Figure 10.

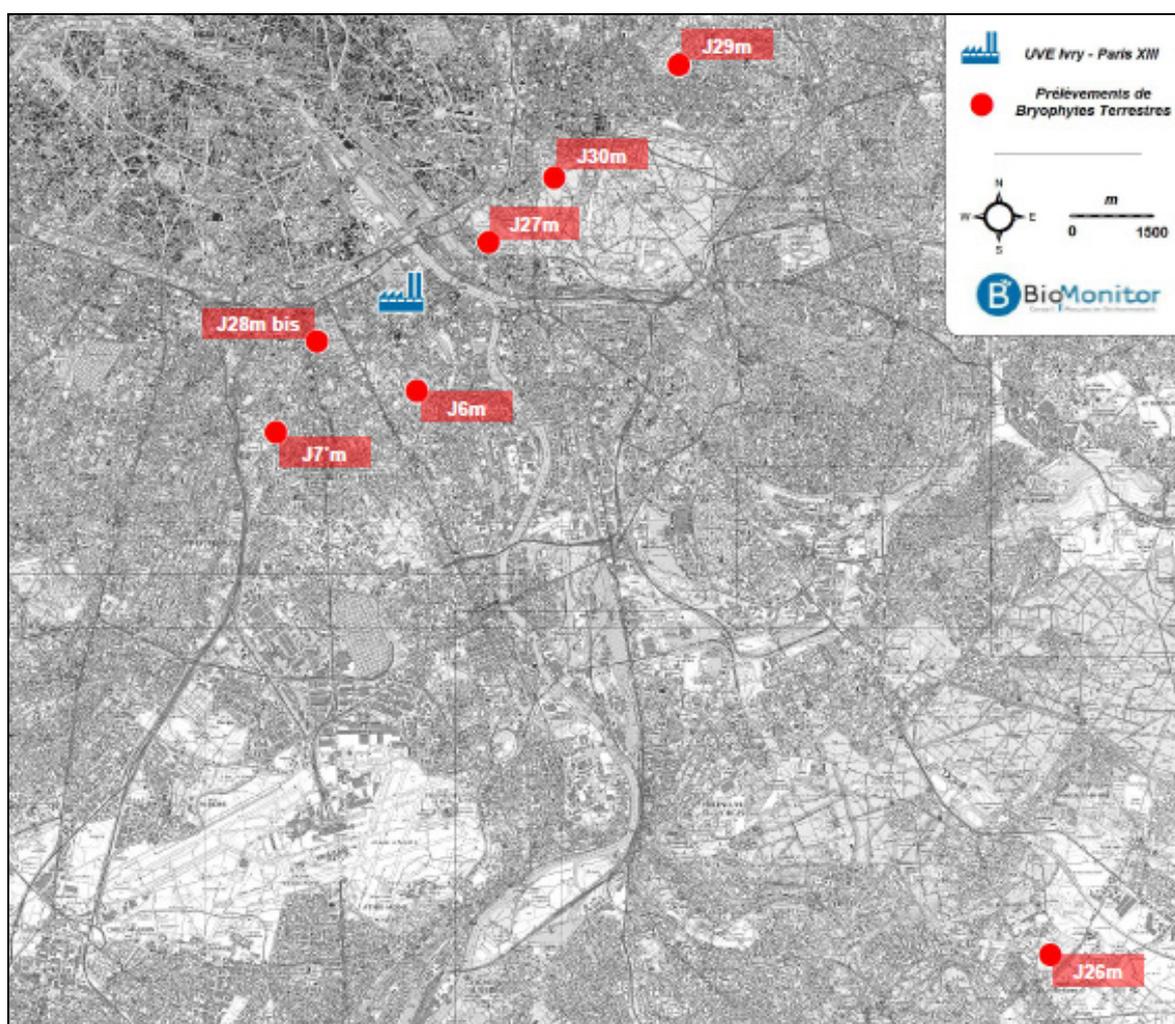


Figure 10 : Localisation des 7 stations de surveillance de bryophytes [Extrait DIP 2015]

La méthode d'évaluation utilisée ici est basée sur l'analyse de bryophytes terrestres, dont l'emploi est normalisé (NF EN 16414).

5.1.2.2.2 DIOXINES/FURANES (PCDD/F)

Les concentrations totales en PCDD/F (17 congénères) en OMS-TEQ dans les bryophytes terrestres prélevées depuis 2007, aux différents emplacements, sont synthétisées dans le graphe de la Figure 11.

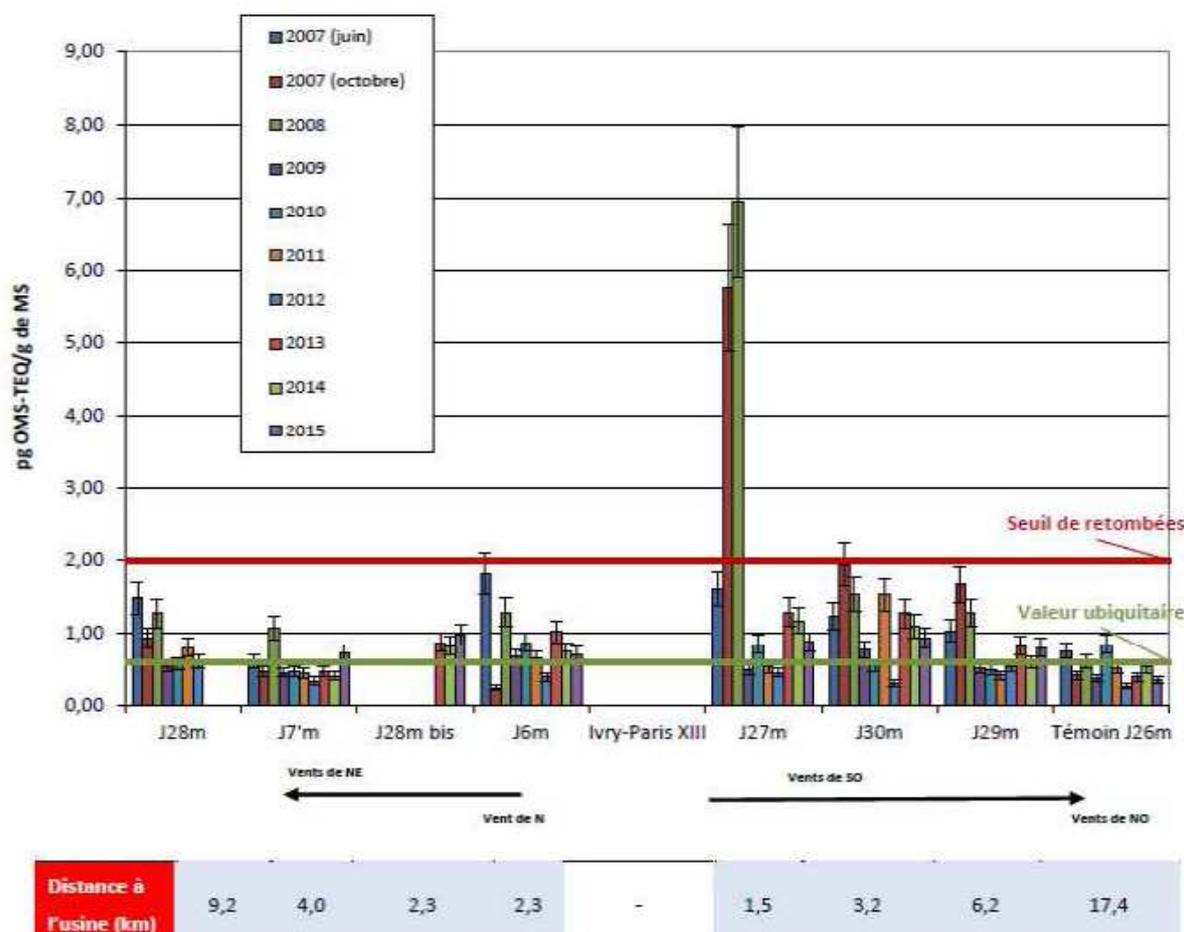


Figure 11 : Concentration en dioxines/furanes (en pg OMS-TEQ/g de matière sèche) dans les bryophytes terrestres, aux différents emplacements, entre 2007 et 2015 [Extrait DIP 2015]

La comparaison entre les concentrations en PCDD/F (en OMS-TEQ) mesurées aux différentes stations est réalisée avec valeurs suivantes :

- Une valeur ubiquitaire de l'ordre de 0,60 pg OMS-TEQ/g de matière sèche, soit la teneur moyenne attendue dans ce type de matrice en l'absence de retombées ;
- Une valeur seuil fixée à 2,00 pg OMS-TEQ/g de matière sèche, soit une situation au-delà de laquelle l'hypothèse d'une fluctuation naturelle n'est plus suffisante pour expliquer les teneurs observées traduisant de ce fait l'hypothèse de l'existence de retombées atmosphériques.

Ces valeurs sont issues du traitement statistique de plusieurs centaines de données sur l'ensemble du territoire réalisé par BioMonitor.

Depuis 2009, à l'exception du point J27m en 2007 et 2008, l'ensemble des stations présente des concentrations en PCDD/F inférieures à la valeur seuil de retombées (2,00 pg OMS-TEQ/g de matière sèche). Les valeurs de l'ensemble des stations sont assez représentatives d'ambiances urbaines classiquement rencontrées.

Concernant la somme des concentrations massiques des 17 congénères (sans OMS-TEQ)

A ce jour, il n'existe aucun référentiel validé permettant de statuer sur la somme des concentrations sans OMS-TEQ de PCDD/F mesurées dans les bryophytes terrestres (c'est-à-dire la simple somme algébrique des concentrations, sans équivalent toxique). Sur la base des résultats disponibles à l'heure actuelle, BioMonitor propose de retenir la valeur indicative de 30 pg/g de matière sèche⁴⁵ comme valeur représentative d'une concentration attendue dans des mousses non soumises à des retombées de PCDD/F (concentration « ubiquitaire »).

En 2014, à l'exception des stations suivantes, J29m (distant de 5 km du site), J7'm (distant de 3 km) et J26m (témoin), les concentrations obtenues sur les autres stations sont supérieures à la valeur de 30 pg/g de matière sèche. En 2015, à l'exception de la station témoin J26m, les concentrations des autres stations étaient supérieures à 30 pg/g de matière sèche.

La représentation graphique des concentrations totales en PCDD/F en fonction de l'orientation et de la distance des stations par rapport à l'émetteur, permet de mettre en évidence une décroissance des concentrations totales en PCDD/F en fonction de l'éloignement de l'incinérateur. Cependant, la station J27m présente la concentration totale la plus élevée alors que cette dernière n'est pas la station la plus soumise aux vents dominants durant la période d'exposition. Les stations J6m et J28m bis situées à la même distance de l'usine ont des teneurs semblables mais avec des taux d'exposition aux vents très différents.

Cela laisse supposer la présence d'autres sources possibles pour ces substances.

Le profil des congénères dans les émissions et les stations de bryophytes, pour l'année 2015, sont présentés à la Figure 12 pour les dioxines et à la Figure 13 pour les furanes. Ces graphiques permettent de mettre également en parallèle les niveaux de concentrations dans les stations de bryophytes par rapport à la distance à l'incinérateur.

⁴⁵ Valeur établie à partir d'un panel d'échantillons (n = 160 échantillons) prélevés dans des zones de référence au niveau national depuis une dizaine d'années par BioMonitor.

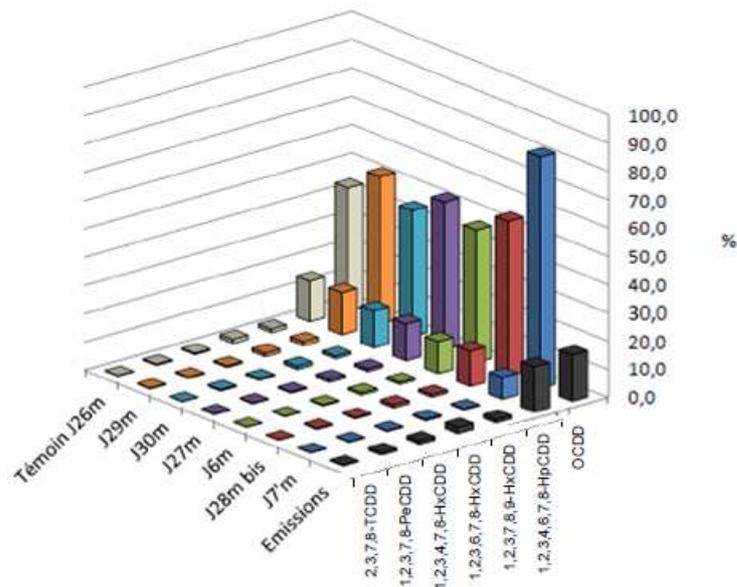


Figure 12 : Répartition (en %) des 7 congénères de dioxines à l'émission et dans les stations de bryophytes pour l'année 2015 [Extrait du rapport de surveillance BioMonitor 2015 pour les bryophytes terrestres]

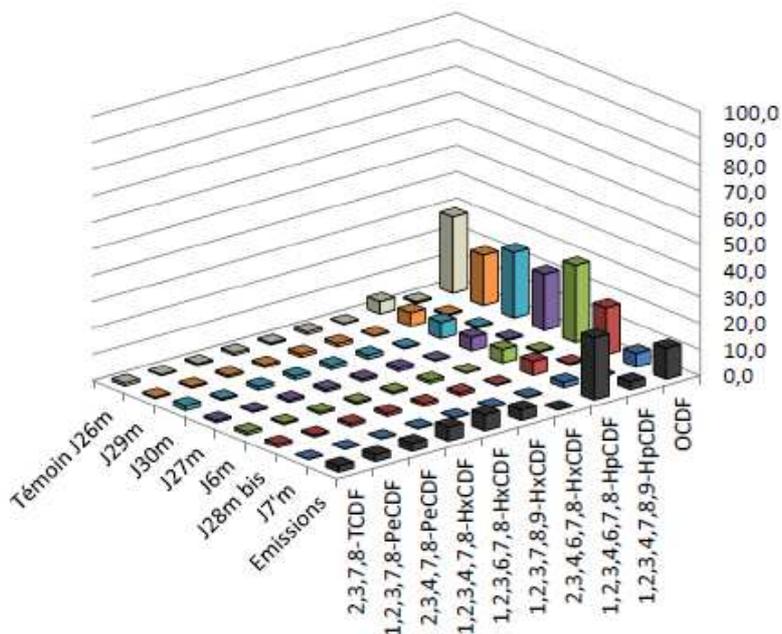


Figure 13 : Répartition (en %) des 10 congénères de furanes à l'émission et dans les stations de bryophytes pour l'année 2015. [Extrait du rapport de surveillance BioMonitor 2015 pour les bryophytes terrestres]

La comparaison des profils montre que la répartition des congénères est globalement similaire sur l'ensemble des stations. La part des congénères les plus faiblement chlorés est toujours très faible. D'après BioMonitor, « l'analyse de la répartition des profils massiques dans les bryophytes et à l'émission amène à mettre en avant une disparité évidente entre l'émission et l'immission. (...) Les deux graphiques précédents mettent en avant la difficulté d'établir un lien entre les émissions de l'unité de valorisation énergétique et les résultats observés dans les mousses. »

Les graphiques « permettent de confirmer (...) qu'il existe une décroissance des concentrations observées avec l'éloignement des stations. Par contre il reste plus difficile d'observer un lien entre les stations et leur taux d'exposition sous les vents du site. En effet, la station J6m la plus proche de l'usine et la plus exposée aux vents ne présente pas la valeur la plus élevée. » De plus, les profils des stations de bryophytes dans les axes de vent du site ont le même profil que la station témoin J26m située en dehors de ces axes.

La mise en parallèle des données obtenues à l'émission et dans l'environnement montre la difficulté d'établir un quelconque lien entre la présence de l'usine et les retombées mesurées dans les mousses.

5.1.2.2.3 MÉTAUX

Les concentrations totales en métaux dans les bryophytes terrestres prélevées depuis 2007, aux différents emplacements, sont synthétisées dans le graphe de la Figure 14.

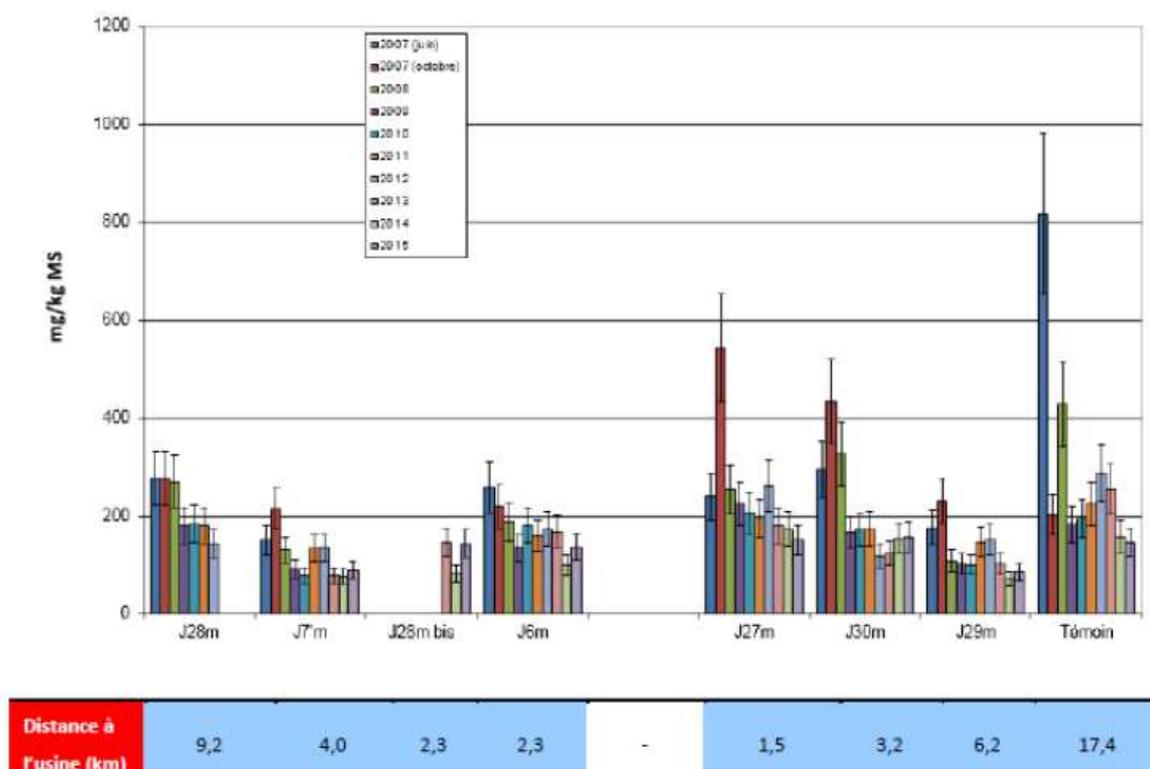


Figure 14 : Concentration en métaux (en $\mu\text{g/g}$ de matière sèche) dans les bryophytes terrestres, aux différents emplacements, entre 2007 et 2015 [Extrait DIP 2015]

Il y a une stabilisation, voire une diminution, des teneurs en métaux sur les campagnes 2014 et 2015 dans les bryophytes. Un gradient est observable sur la somme des métaux par rapport à la distance de l'usine (sauf au point témoin). Toutefois, cette observation n'est pas concordante avec la situation des vents locaux et la typologie des stations

5.1.2.3 LICHENS

5.1.2.3.1 LOCALISATION

Comme pour les jauges, les stations de surveillance des lichens ont été positionnées en suivant les préconisations faites par l'INERIS dans le guide méthodologique DRC - 01- 25585 - AIRE - n°716 « Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM » et en tenant compte des cartographies de la dispersion atmosphérique.

Cinq stations Lichens sont investiguées depuis 2009 dont 1 station témoin (station 5). La localisation des stations est présentée à la Figure 15.

En 2014, par manque de lichens à prélever sur la station 1 bis, cette dernière a été déplacée à 380 m à l'est (station 1 ter sur la carte ci-dessous).

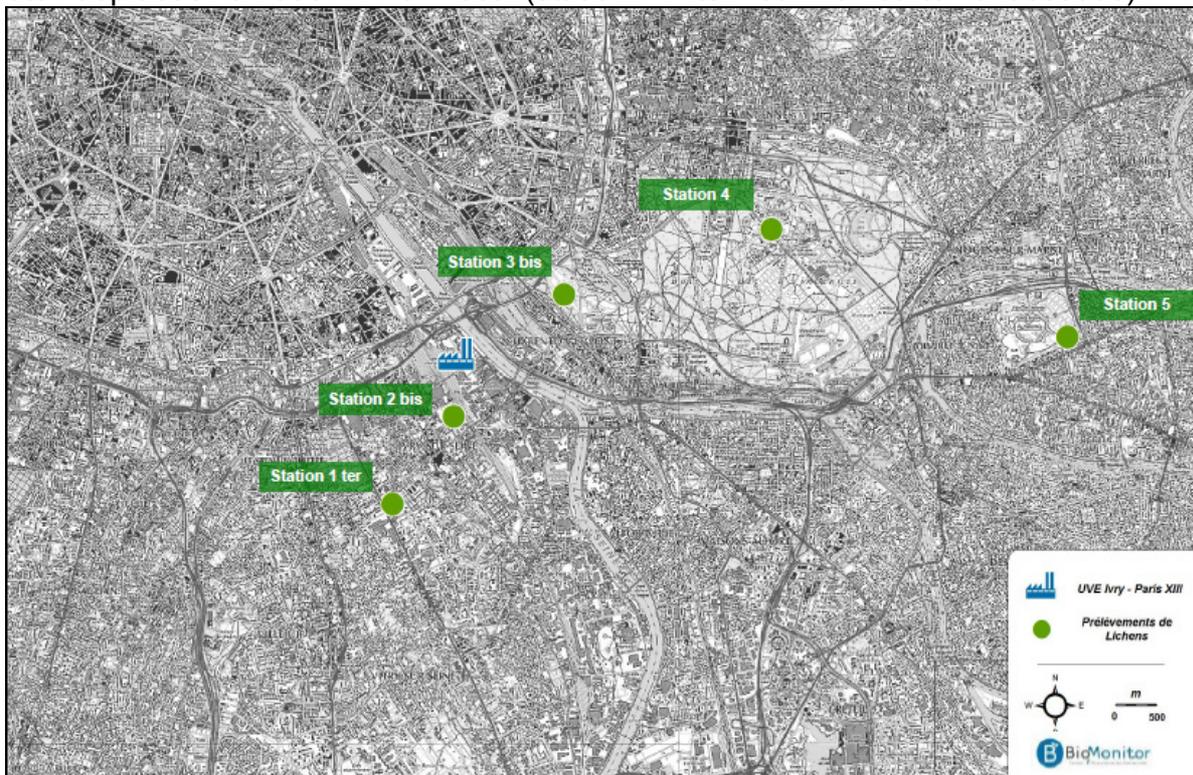


Figure 15 : Localisation des 5 stations de prélèvement de lichens [Extrait DIP 2015]

5.1.2.3.2 DIOXINES ET FURANES (PCDD/F)

Les concentrations en dioxines/furanes (PCDD/F) dans les lichens en I-TEQ, prélevés depuis 2009, aux différentes stations, sont synthétisées dans le graphe de la Figure 16.

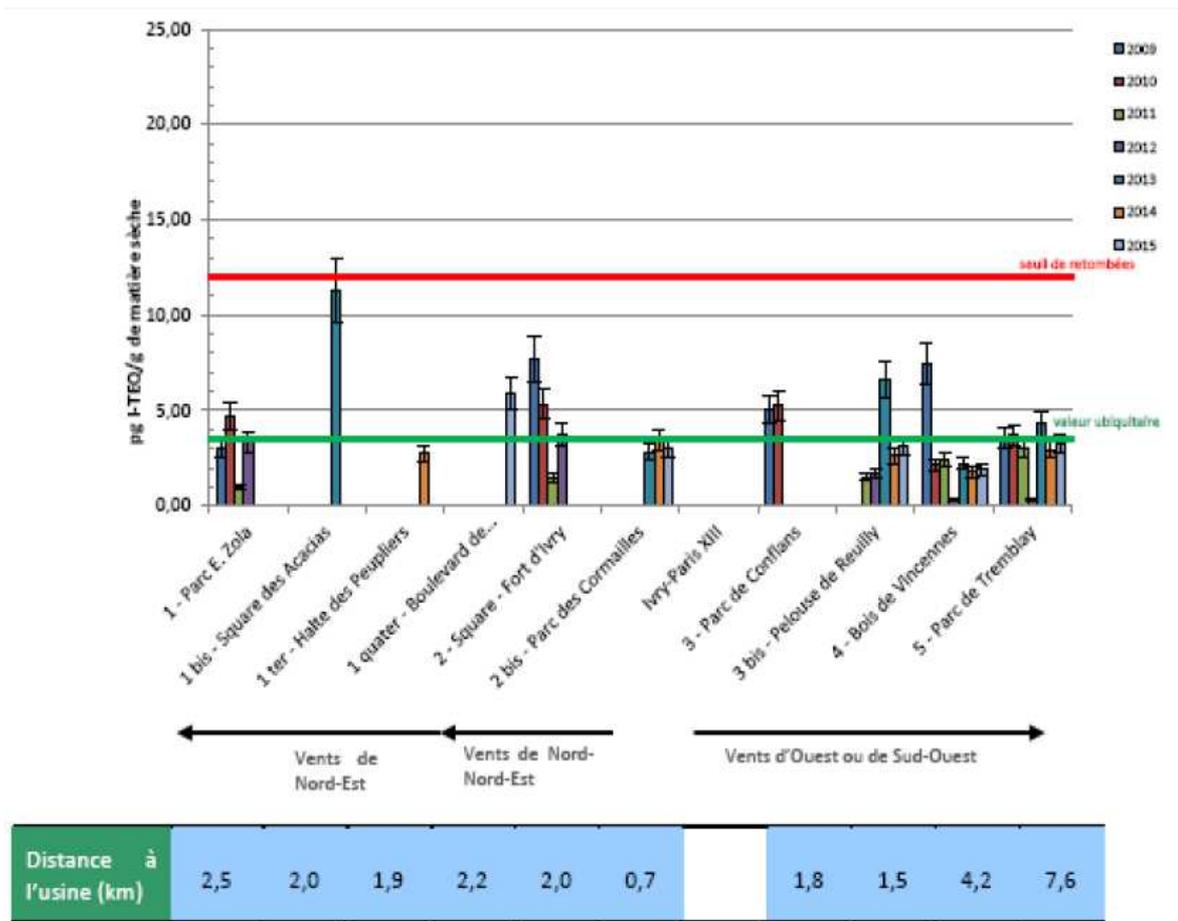


Figure 16 : Concentration en dioxines/furanes (en pg I-TEQ/g de matière sèche) dans les lichens, aux différentes stations, entre 2009 et 2015 (Extrait DIP 2015)

La comparaison des concentrations en PCDD/F (en I-TEQ) mesurées dans les lichens est réalisée avec :

- une valeur ubiquitaire de l'ordre de 3,5 pg I-TEQ/g de matière sèche, soit la teneur moyenne attendue dans ce type de matrice en l'absence de retombées de polluant ;
- une valeur seuil fixée à 12,0 pg I-TEQ/g de matière sèche, soit la concentration au-delà de laquelle l'hypothèse d'une fluctuation naturelle n'est plus suffisante pour expliquer les teneurs observées, traduisant de ce fait l'hypothèse de l'existence de retombées atmosphériques.

Aucun dépassement de la valeur seuil de retombées n'est observé depuis 2009, pour l'ensemble des stations de lichens.

Les campagnes de 2011 et 2012 montraient une situation globale homogène, marquée par de faibles variations des concentrations entre les stations. Ce constat était effectué aussi bien à l'ouest qu'à l'est du domaine d'étude. Les écarts restaient faibles si l'on considère les teneurs ubiquitaires généralement observées dans ce type de matrice.

Une augmentation générale des concentrations en PCDD/F est observée pour l'année 2013 sur l'ensemble des stations de mesure.

En conclusion, compte tenu des évolutions observées, de l'éloignement des stations et des taux d'exposition aux vents en provenance de l'usine sur les 6 années de mesure, les teneurs en dioxines/furanes dans les lichens ne peuvent être corrélées de façon certaine avec la présence de l'usine

Concernant la somme des concentrations massiques des 17 congénères (sans I-TEQ)

A ce jour, il n'existe aucun référentiel validé permettant de statuer sur les concentrations de PCDD/F mesurées dans les lichens. Sur la base des résultats disponibles à l'heure actuelle, BioMonitor propose de retenir la valeur de 100,0 pg/g de matière sèche⁴⁶ comme valeur représentative d'une concentration attendue dans les lichens non soumis à des retombées de PCDD/F (concentration « ubiquitaire »).

En 2014, à l'exception de la station 2bis (« parc Cormailles » située à 700 m du site), l'ensemble des stations de lichens présentent des concentrations inférieures à la valeur de 100 pg/g de matière sèche caractéristique de l'absence de retombées. De même, sauf pour la station 2 bis, les concentrations ne se distinguent pas de celles mesurées à la station témoin n°5. En 2015, toutes les stations dépassent la valeur de 100 pg/g de matière sèche (y compris la station témoin n° 5).

Les concentrations massiques totales en dioxines/furanes mesurées dans les lichens ne peuvent pas être corrélées avec la présence de l'usine, au vu des résultats observés, de la distance séparant les stations de l'usine et des taux d'exposition aux vents en provenance de l'usine.

Les profils des congénères mesurés à l'émission et dans les lichens, pour l'année 2015, sont présentés, pour les dioxines, à la Figure 17 et pour les furanes, à la Figure 18 à titre d'exemple pour l'année 2015. Ces graphiques permettent de mettre également en parallèle les niveaux de concentrations dans les stations de lichens par rapport à la distance à l'incinérateur.

⁴⁶ Valeur établie à partir d'un panel d'échantillons (n = 107 échantillons) prélevés dans des zones de référence au niveau national depuis une dizaine d'années par BioMonitor.

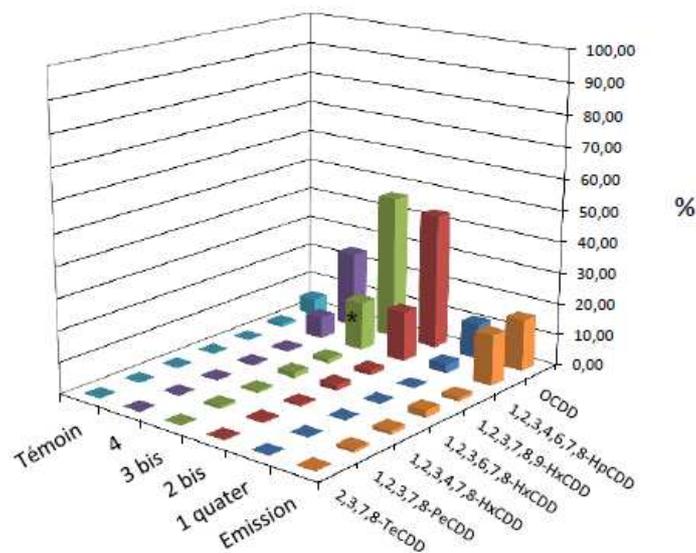


Figure 17 : Répartition (en %) des 7 congénères de dioxines à l'émission et dans les lichens [Extrait du rapport de surveillance BioMonitor 2015 pour les lichens]

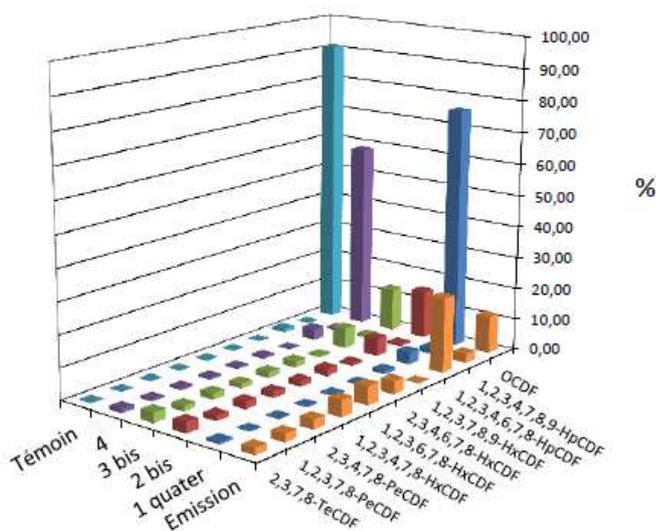


Figure 18 : Répartition (en %) des 10 congénères de furanes à l'émission et dans les lichens [Extrait du rapport de surveillance BioMonitor 2015 pour les lichens]

La comparaison des profils montre que la répartition des congénères « comporte des similitudes entre les stations. Quelle que soit la station, la répartition entre les dioxines et les furanes reste en faveur des dioxines. Les dioxines représentent en moyenne 76 % et les furanes 24 % des retombées. » La station témoin présente également le même profil. Les profils à l'émission divergent des profils dans les lichens notamment pour les dioxines. Les analyses de dioxines/furanes dans les échantillons et à l'émission montrent la difficulté d'établir une corrélation entre les mesures à l'émission et dans les lichens. Pour l'année 2015, les valeurs en PCDD/F sont équivalentes à celles mesurées en 2014.

Les profils des congénères peuvent subir des modifications très importantes lors de leur transfert dans les différents compartiments environnementaux (cette distorsion augmente généralement avec la distance au site). Cela peut rendre l'interprétation de ces profils délicate. D'une façon générale, les congénères les plus fortement chlorés sont toujours les mieux représentés

5.1.2.3.3 MÉTAUX

Les concentrations en métaux dans les lichens prélevés depuis 2009, aux différentes stations, sont synthétisées dans le graphe de la Figure 19.

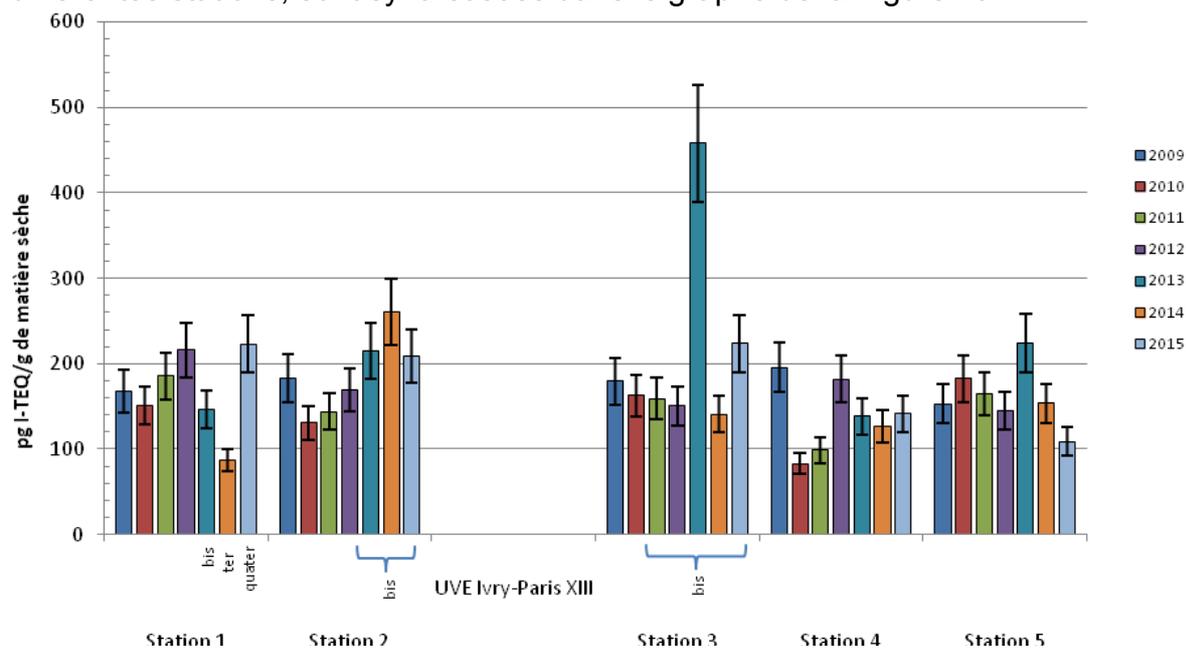


Figure 19 : Concentration en métaux (en mg/kg de matière sèche) dans les lichens, aux différentes stations, entre 2009 et 2015 (Extrait DIP 2015)

Les concentrations totales en métaux pour l'ensemble des stations sont difficiles à interpréter et de même ampleur que les concentrations mesurées à la station témoin.

En conclusion, la surveillance des retombées autour de l'installation par des jauges Owen, des analyses de mousses (bryophytes) et de lichens, permet d'appréhender l'impact sur le milieu sol. Cette surveillance montre que les retombées sont globalement de l'ordre d'un bruit de fond urbain soumis à une activité anthropique. Le lien avec l'installation est difficile à établir notamment du fait de la présence d'autres sources de métaux et dioxines/furanes.

5.2 CONCENTRATIONS DANS L'AIR AMBIANT

5.2.1 STATION DE MESURE FIXE DE VITRY SUR SEINE

Cette section synthétise les données horaires Airparif de la station de Vitry-sur-Seine, pour le SO₂, NO₂, PM_{2,5} et PM₁₀, du 01/01/2013 au 20/11/2016.

Airparif dispose d'une station fixe urbaine dans la commune de Vitry-sur-Seine, située au Sud de l'UIOM. Cette dernière mesure les concentrations horaires en SO₂, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀. Les concentrations moyennes annuelles depuis 2013 ont été calculées depuis les données horaires disponibles sur le site Internet d'Airparif⁴⁷. Les Figure 20, Figure 21, Figure 22 et Figure 23 présentent les concentrations moyennes annuelles calculées en comparaison aux normes existantes respectivement en SO₂, NO₂, PM_{2.5}, PM₁₀ (valeur limite, valeur cible et/ou objectif de qualité si existantes). Ces valeurs sont définies dans le paragraphe ci-dessous).

Les définitions des valeurs limite, cible ou objectif de qualité sont données ci-dessous :

Objectif de qualité : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble

Valeur cible : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble

Valeur limite : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble

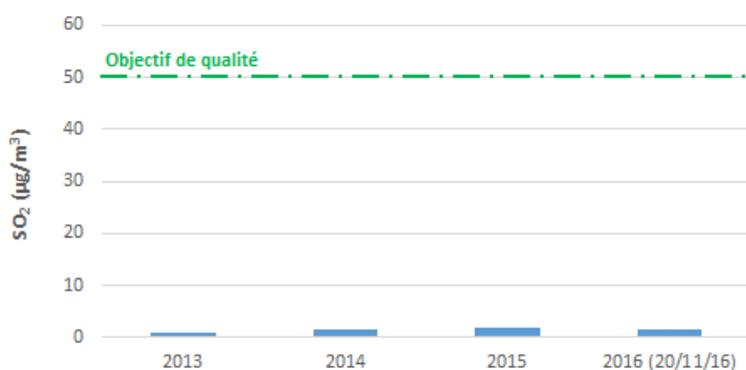


Figure 20 : Concentrations moyennes annuelles, entre 2013 et 2016, en SO₂, à la station fixe Airparif de Vitry-sur-Seine

Les concentrations moyennes annuelles en SO₂ mesurées sur la station de Vitry-sur-Seine sont très largement inférieures à l'objectif de qualité (50 µg/m³) et sont stables dans le temps. Il n'y a également aucun dépassement de la valeur limite journalière (125 µg/m³) ou horaire (350 µg/m³) à noter depuis 2013.

⁴⁷ <http://www.airparif.asso.fr/telechargement/telechargement-station>

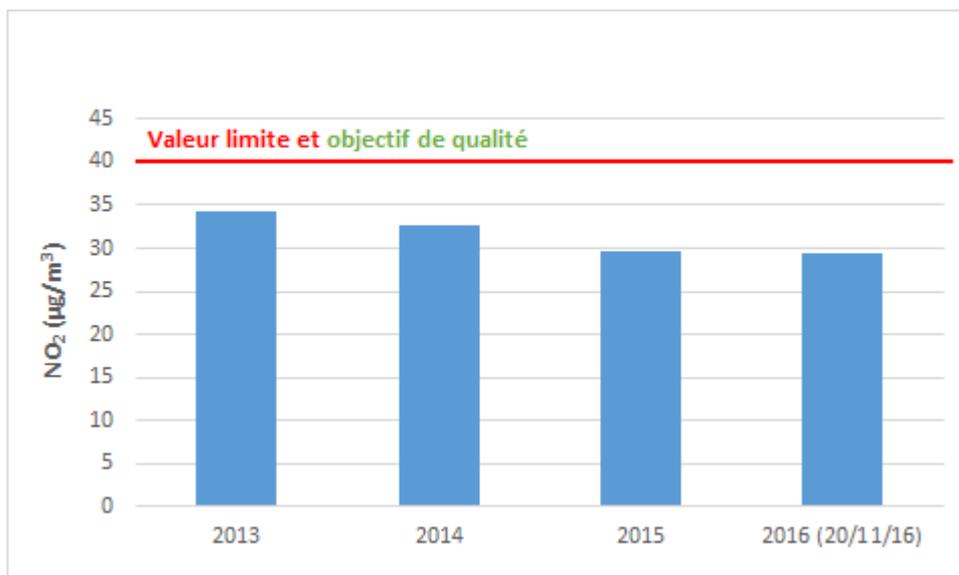


Figure 21 : Concentrations moyennes annuelles, entre 2013 et 2016, en NO₂, à la station fixe Airparif de Vitry-sur-Seine

Les concentrations moyennes annuelles en NO₂ mesurées sur la station de Vitry-sur-Seine sont inférieures à la valeur limite (40 µg/m³) et diminuent depuis 2013. Il n'y a également aucun dépassement de la valeur limite horaire (200 µg/m³) à noter depuis 2013.

La station d'Ivry-sur-Seine, qui mesure uniquement le NO₂, a également été étudiée. Cette station se situe à environ 600 m au sud-est du site de l'UIOM. Les concentrations sont légèrement plus élevées que celles mesurées sur la station de Vitry (35,6 µg/m³ de NO₂ en moyenne sur les 4 ans pour Ivry contre 31,5 µg/m³ pour Vitry). En revanche, la même baisse de concentration est observée depuis l'année 2013.

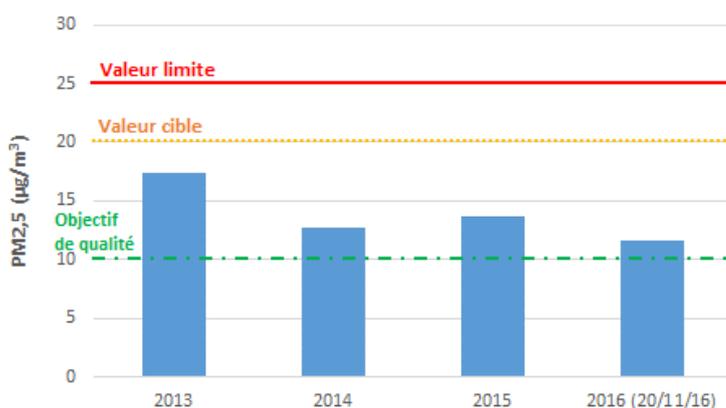


Figure 22 : Concentrations moyennes annuelles, entre 2013 et 2016, en PM_{2,5}, à la station fixe Airparif de Vitry-sur-Seine

Les concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} mesurées sur la station de Vitry-sur-Seine sont inférieures à la valeur limite (25 µg/m³) et à la valeur cible (20 µg/m³). Ces concentrations semblent globalement diminuer depuis 2013. L'objectif de qualité (10 µg/m³) est quant à lui dépassé chaque année.

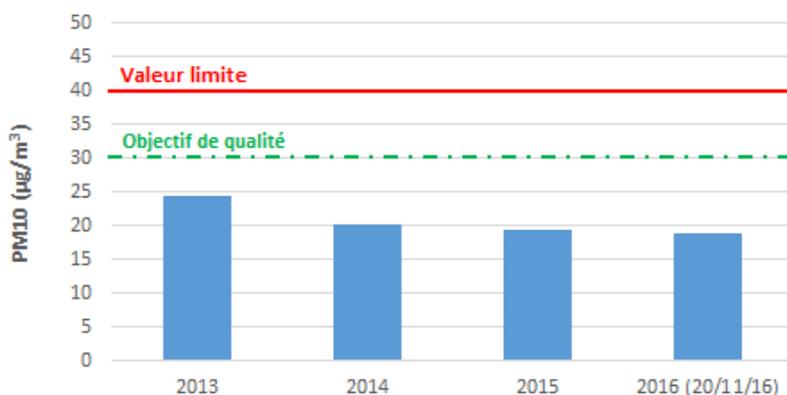


Figure 23 : Concentrations moyennes annuelles, entre 2013 et 2016, en PM₁₀, à la station fixe Airparif de Vitry-sur-Seine

Les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ mesurées sur la station de Vitry-sur-Seine sont inférieures à la valeur limite (40 µg/m³) et à l'objectif de qualité (30 µg/m³). Ces concentrations diminuent globalement depuis 2013.

En conclusion, la surveillance des concentrations dans l'air pour SO₂, NO₂, PM_{2,5} et PM₁₀ par les stations fixes d'Airparif sur Vitry-sur-Seine ne montrent pas de dépassement en moyenne des valeurs limites quand elles existent. Pour le SO₂ le NO₂ et les PM₁₀, les objectifs de qualité sont également respectés. Cet objectif n'est en revanche pas respecté pour le PM_{2,5} même si une baisse assez nette est visible depuis 2013.

5.2.2 CAMPAGNE AIRPARIF AUTOUR DU SYCTOM (2013)

Une campagne de mesure dans l'air demandée par le Sycdom et réalisée par Airparif a eu lieu en 2013⁴⁸. Son objectif était de mesurer les niveaux de métaux et de particules dans l'air ambiant autour de l'UIOM et de déterminer l'impact de l'UIOM sur ces niveaux (par rapport aux autres sources tel que le trafic routier par exemple).

Six métaux ont été mesurés à savoir l'arsenic, le cadmium, le nickel, l'aluminium, le mercure et le plomb ainsi que les PM_{2,5} et les PM₁₀.

Cinq sites ont fait l'objet de mesures autour de l'UIOM distants de 250 m (école Dulcie September) à 2,3 km (Parc de Choisy) pendant un mois environ (16 septembre au 27 octobre 2013).

Les conclusions de l'étude sont les suivantes :

⁴⁸ Caractérisation des niveaux de métaux et de particules dans l'air ambiant autour de l'UIOM d'Ivry-sur-Seine (94) ; juin 2014, Airparif. <http://airparif.fr/pdf/publications/rapport-uiom-ivry-sur-seine-140606.pdf>

- pour les PM_{2,5}, les teneurs mesurées sont homogènes entre elles et avec d'autres mesures sur Paris et sa petite-couronne. Les mesures ne font pas apparaître d'influence spécifique liée aux émissions de l'UIOM. Le constat est le même pour les PM₁₀.
- l'école Dulcie September présente des concentrations en PM₁₀ légèrement plus élevées (que le site soit ou non sous l'influence du vent). Une plus grande proximité avec le trafic routier et ferroviaire peut expliquer cette différence.
- Pour les métaux, les teneurs sont globalement homogènes, faibles et sans influence particulière de l'UIOM. Sur un seul site (école Valmy, Charenton-le-Pont), des teneurs plus élevées ont été mesurées en cuivre et en chrome mais indépendamment du régime des vents. La proximité des foies ferrées (usure des caténaires et des freins) peut expliquer ces teneurs.

Globalement, les mesures n'ont pas montré d'influence des émissions de l'UIOM sur les particules et les métaux.

5.3 CONCLUSIONS DE L'INTERPRÉTATION DE L'ETAT DES MILIEUX

Les données de surveillance dans l'environnement depuis 2005 ont été étudiées. Cette surveillance est réalisée par des mesures des retombées atmosphériques via des jauges (jauges Owen), des analyses de mousses et des analyses lichens tout autour de l'UIOM. Les dioxines/furanes et les métaux sont recherchés dans ces analyses.

Les valeurs des retombées mesurées pour les métaux et les PCDD/F sont du même ordre de grandeur que les valeurs retrouvées sur des bruits de fond urbains. De plus, au vu de l'ensemble des résultats observés, il n'est pas mis en évidence de liens entre les retombées atmosphériques dans la zone d'étude et les émissions de l'unité de valorisation multifilières d'Ivry-Paris XIII.

Le milieu « air », d'après les données mesurées par Airparif sur la station de Vitry-sur-Seine pour les quatre substances ci-dessus, n'apparaît pas dégradé (concentrations comparées en moyennes annuelles). Toutefois, pour le NO₂, les valeurs moyennes sont proches de la valeur limite (entre 30 et 35 µg/m³ pour une valeur limite de 40 µg/m³). De plus, l'objectif de qualité est dépassé tous les ans pour les PM_{2,5} même si une baisse des concentrations est notable depuis 2013.

6. MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHÉRIQUE

Le logiciel ADMS 5, 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 par exemple),
- les dépôts de particules.

Les données d'entrée retenues dans cette étude pour la modélisation et qui ne sont pas spécifiques aux émissions (comme la météorologie, les surfaces des bâtiments pris en compte, la rugosité de la zone d'étude, etc..), sont identiques à celles de la modélisation des odeurs.

Une description synthétique du modèle et des paramètres d'entrée est donnée dans les sections suivantes.

6.1 DESCRIPTION SOMMAIRE DU MODÈLE ET DES DONNÉES D'ENTRÉE

6.1.1 OUTIL NUMERIQUE

ADMS 5 (*Atmospheric Dispersion Modelling System*) est un logiciel 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 particulaires ;
- 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 Λ lié étroitement à la granulométrie des rejets. Dans cette première étape de la modélisation, Λ est estimé par une relation de la forme $\Lambda = a.P^b$ 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} s^{-1} et $0,64 \text{ s}^{-1}$) permettent de décrire le taux de lessivage moyen d'un panache de particules.

6.1.2 DOMAINE DE CALCUL

Le domaine de calcul est constitué d'une grille carrée de 7 km de côté, centrée sur les cheminées du site avec un pas de discrétisation de 70 mètres.

6.1.3 METEOROLOGIE

Les données telles que la direction et la vitesse du vent ou la température sont des grandeurs physiques qui permettent de caractériser l'état de l'atmosphère. D'autres variables comme le rayonnement solaire, les flux de chaleur et la nébulosité sont nécessaires pour bien représenter la météorologie locale, en particulier les mouvements d'air dans les premières couches de l'atmosphère et son état de stabilité. Ces données sont mesurées par les stations météorologiques principales des réseaux nationaux.

Ce sont les données météorologiques de Météo France qui sont retenues dans le cadre de cette étude car elles émanent d'un organisme tiers reconnu et d'une station suivie et vérifiée par des professionnels du domaine. Ainsi, les données météorologiques de la station de Paris-Montsouris ont été utilisées pour conduire les études de dispersion du site d'Ivry. En effet, la station météorologique de Paris-Montsouris, du fait de la faible distance qui la sépare de l'usine (moins de 4 km) et de l'absence de relief important aux alentours du site, est la station la plus représentative des conditions qui règnent sur le site. Cette station est donc retenue pour obtenir les données relatives aux paramètres de direction et intensité moyenne du vent, de température et de précipitations.

Les données de nébulosité proviennent de la station d'Orly, également la plus proche du site pour ce paramètre. Les données météorologiques ont été commandées à Météo France pour **les années 2013 à 2015 à une fréquence horaire**. Les paramètres de turbulence ont été calculés à partir de ces données sur tout le domaine grâce au préprocesseur météorologique du modèle, en prenant en compte l'occupation des sols à l'aide du paramètre de rugosité. La méthodologie et les paramétrisations utilisées pour ces calculs sont disponibles sur la page des spécifications techniques d'ADMS⁴⁹. La rose des vents de la station de Paris-Montsouris pour les années 2013-2015 est présentée en Figure 24. On note une prédominance des vents sur un axe Nord-Sud, ces vents étant davantage présents lors de la saison hivernale. L'analyse des données issues de la station météorologique de Paris-Montsouris indique que 98,8 % des conditions météorologiques horaires sont complètes et disponibles, ce qui est donc tout à fait pertinent au sens de la modélisation.

⁴⁹ <http://www.cerc.co.uk/environmental-software/technical-specifications.html>

Etant donné que la modélisation est réalisée sur le long terme et donne des valeurs moyennes de concentrations et de dépôts (pertinentes dans le cadre de l'ERS pour une exposition chronique) et que le modèle prend en compte la rugosité du terrain, la présence de la Seine à proximité ne perturbe pas les résultats de modélisation.

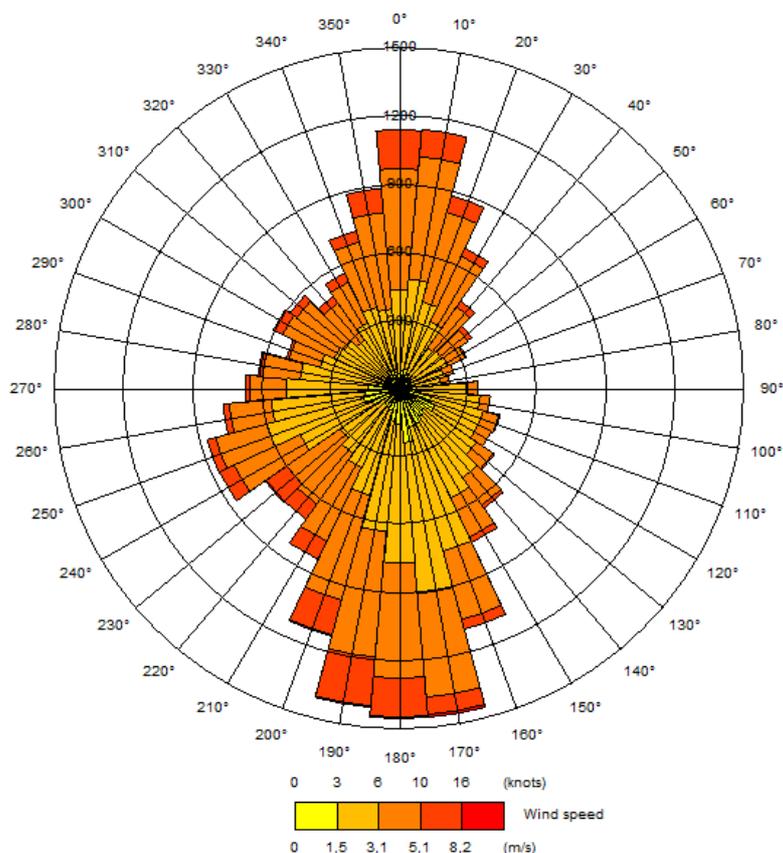


Figure 24 : Rose des vents de la station de Paris-Montsouris pour les années 2013-2015

Le choix de la période de simulation et des données météorologiques a été établi sur la base des recommandations usuelles de l'INERIS à ce sujet, à savoir, une période de simulation a minima égale à 3 ans et une fréquence tri-horaire ou horaire des données météorologiques. Ces choix ont été communs à la présente ERS et à l'étude Odeurs, autre volet de l'étude d'impact.

Dans le cadre d'un projet de construction d'une installation, l'INERIS recommande l'utilisation de données météorologiques sur une période récente, ceci afin d'être le plus représentatif des régimes météorologiques.

La rose des vents de la station de Paris Montsouris calculée pour les années 2013 à 2015 peut être comparée à celle des années 2001 à 2010. Cette comparaison montre en première approche que la forme générale des deux roses de vents est très proche. Des différences peuvent être constatées dans les secteurs de vents 160° à 180° davantage présents dans la rose des vents 2013 à 2015, alors que les secteurs de vents entre 30° et 130° et 210° à 240° sont plus représentés dans la rose des vents des années 2001 à 2010. La décomposition de la rose de vents de la période 2013 à 2015 pour chacune des années 2013, 2014 et 2015 permet de mettre en perspective la variabilité

annuelle des régimes de vents. Cette variabilité bien que faible est notable sur certains secteurs de vents. La rose des vents 2013 à 2015 a pour effet de lisser cette variabilité. De même, la rose des vents 2001 à 2010 lisse encore davantage cette variabilité. Il n'est donc pas surprenant d'observer des différences entre la rose des vents des années 2013 à 2015 et celle des années 2001 à 2010 (voir la rose des vents 2001-2010 en annexe 7).

La rose des vents 2013-2015, retenue pour cette étude, est donc la plus adaptée, conformément aux recommandations de l'INERIS.

6.1.4 DONNEES DE SITE

La rugosité est un paramètre important pour la dispersion atmosphérique. Elle conditionne en effet la progression des panaches de polluants près du sol. Elle est généralement caractérisée par un paramètre appelé *longueur de rugosité*. Ce paramètre traduit l'occupation des sols par des obstacles. Il a la dimension d'une longueur, et prend des valeurs généralement comprises entre 0,001 m (mers calmes) et 1,5 m (centre des grandes villes). Ici la rugosité est prise égale à 1 (ville) car le site est en périphérie de Paris.

Dans le cadre de la présente étude, le modèle de reconstruction des champs météorologiques est simplifié et ne permet pas de prendre en compte de manière explicite la Seine. Dans ce contexte, il a été fait le choix d'une rugosité constante affectée à l'ensemble du domaine de calcul et correspondant à un environnement urbain dense (ainsi la valeur de rugosité de 1 est a priori majorante au sens de la dispersion atmosphérique car les espaces plats comme la Seine ou les voies ferrées qui ont une rugosité plus faible sont affectés d'une rugosité de 1 également).

La topographie du terrain est également incluse dans la modélisation grâce à un fichier topographique de l'IGN⁵⁰.

6.1.5 BATIMENTS ET CHEMINEE

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...).

Les bâtiments retenus et leurs caractéristiques sont donnés en annexe 8.

6.1.6 NOTE SUR LA MODELISATION DE LA DISPERSION DES PARTICULES

Le logiciel permet de modéliser la dispersion des particules pour différentes tailles (granulométrie). Selon une approche sécuritaire, la modélisation (concentration et dépôt) est menée à la fois pour des particules de diamètre 10µm (PM10) et de diamètre 2,5µm (PM2,5).

Sur la base des données de la littérature scientifique⁵¹ indiquant que les métaux sont majoritairement émis sous forme de particules fines, et des pratiques

⁵⁰ Insitut national de l'information géographique et forestière

habituelles, les dépôts des métaux et des PCDD/F sont modélisés pour les formes particulières de diamètre 2,5µm. Cette hypothèse est discutée en incertitude (section 9).

6.1.7 NOTE SUR LES SUBSTANCES PARTIELLEMENT PARTICULAIRES

Le mercure et les dioxines sont émis et présents dans l'atmosphère sous forme gazeuse et 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 des composés (vapeur ou particulaire) car le modèle donne des résultats très proches pour la dispersion des PM_{2,5} et des gaz. Les concentrations sont estimées simultanément pour les deux formes et les résultats sont comparés pour vérifier cette similitude. Dans la présente étude, les concentrations dans l'air des PCDD/F et du mercure sous forme gazeuse sont légèrement supérieures à celles sous forme particulaire pour tous les points récepteurs définis (voir définition des points récepteurs section 6.2).

En revanche, les dépôts modélisés sont toujours 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 sont donc retenus :

- par principe de prudence scientifique, les dépôts sont modélisés pour les dioxines sous forme entièrement particulaire,
- la bibliographie reportant que la part de mercure particulaire dans l'air est inférieure à 10% ⁵², les dépôts sont modélisés pour le mercure en considérant de façon majorante 10% de forme particulaire.

6.2 DEFINITION DES POINTS RECEPTEURS

Le logiciel ADMS5 permet de définir des points récepteurs, ce sont des localisations géographiques pour lesquelles des concentrations et des dépôts sont spécifiquement calculés.

Les récepteurs retenus sont énumérés dans le Tableau 13. Les points d'intérêt ont été sélectionnés sur la base d'une première modélisation (Figure 3) et en tenant compte des enjeux sanitaires locaux :

- les points d'intérêt les plus proches du site de l'UVE, à savoir la crèche collective départementale et l'école Dulcie September,

⁵¹ 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.

⁵² US-EPA (1997) - Mercury study report to Congress, Vol III : Fate and Transport of Mercury in the Environment. EPA-452/R-97-005.

- au moins un point habitation et une école dans les zones de concentrations maximales (à environ 500 m au nord et au sud du site de l'UVE selon leur présence)
- au moins un point sous les vents (vers le nord et vers le sud) à environ 1000 m du site,
- un point à l'est et à l'ouest pour évaluer les enjeux dans ces directions qui ne sont pas sous les vents,
- plusieurs points d'intérêt particuliers :
 - o le parc des Cormailles (loisirs extérieurs sous les vents et proche de la zone sud présentant des concentrations et dépôts élevés) ;
 - o quais d'Ivry (scénario travailleurs), proche de la zone nord de concentrations maximums ;
 - o la clinique de Bercy en direction du Nord-est ;
 - o les « jardins d'Ivry », plus lointains (1,9 km) pour lesquels il existe des cultures potagères.

Les points récepteurs retenus sont présentés Figure 25.

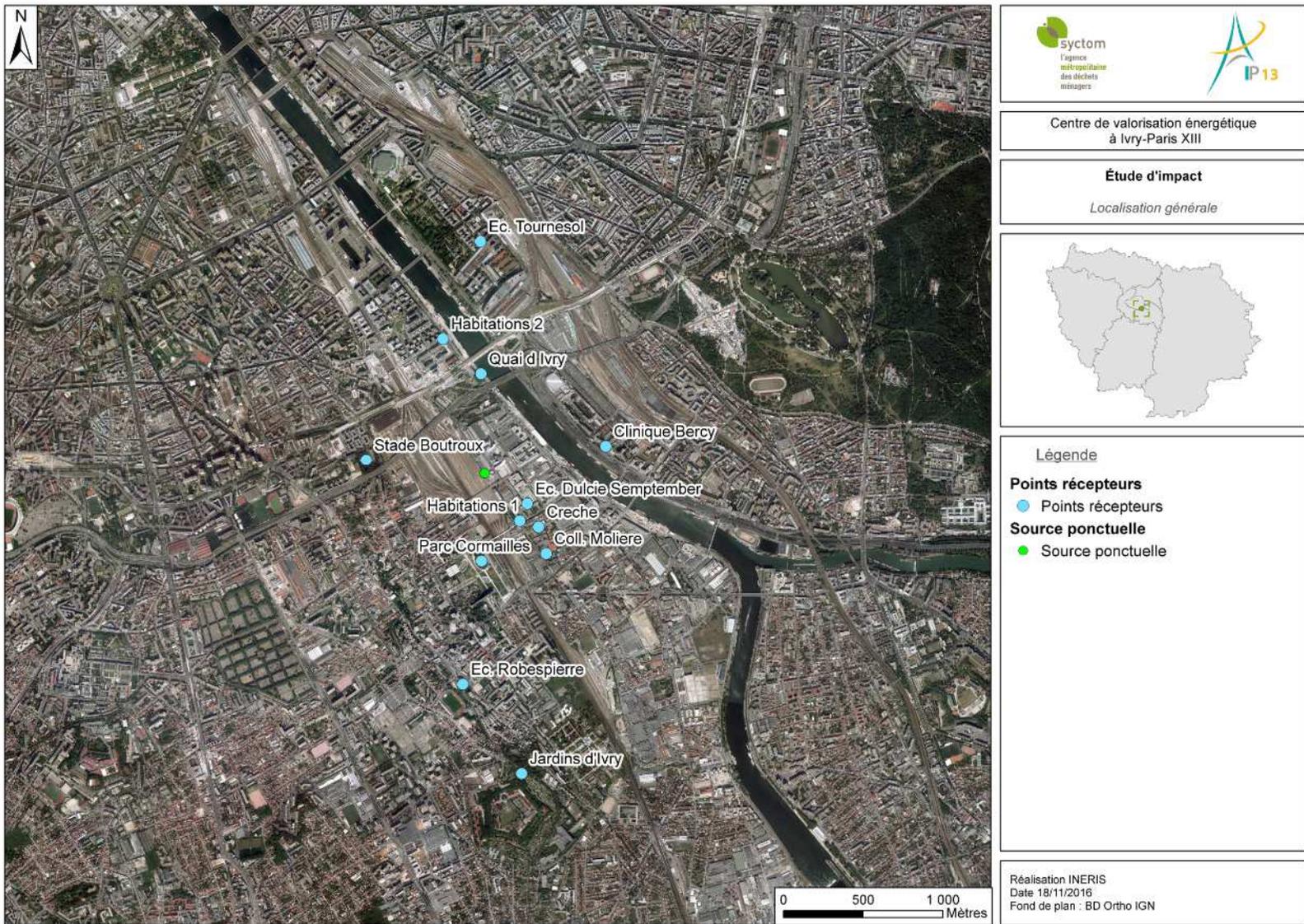


Figure 25 : Position des points récepteurs

Tableau 13 : Position et enjeux des points récepteurs retenus

Récepteur	adresse	Position	Distance* (m)	Enjeux principaux	Scénario
Ecole Dulcie September (maternelle et élémentaire)	5 allée Chanteclair, Ivry	Sud-est	300	Enfants	R
Crèche collective départementale	Rue JJ Rousseau/rue Westermeyer	Sud-est	450	Enfants	R
Parc des Cormailles	/	Sud	500	Adultes, enfants	R
Collège Molière	68 r Molière, Ivry	Sud-est	600	Enfants	R
Ecole maternelle Robespierre	7ter rue Robespierre, Ivry	Sud	1300	Enfants	R
Ecole Tournesol (enfants-adolescents)	22 rue Gabriel Lamé, Paris	Nord	1600	Enfants	R
Jardins d'Ivry	Route du fort, Ivry	Sud	1800	Adultes et enfants avec potagers	RP
Stade Boutroux et Lycée Nicolas-Louis Vauquelin	1 et 21 Avenue Boutroux	Ouest	800	Enfants, sportifs	R
Clinique de Bercy	9 quai de Bercy, Charenton	Nord-est	800	Population sensible	R
Habitations 1	Rue Molière/rue Vanzuppe, Ivry	Sud-est	300	Adultes, enfants (Habitations)	R
Habitations 2	Rue Alice Domon/quai Panhard, Ivry	Nord	800	Adultes, enfants (Habitations)	R
Entreprises quais d'Ivry	Quai d'Ivry	Nord	600	Travailleurs	T
Maximums de la grille de calcul	/	Sud et Nord	Env. 500	/	R

* Par rapport aux cheminées de l'UVE. Scénario : R : Familles de Résidents (sans potager) ; RP : Familles de Résidents avec Potager ; T : Travailleurs

Il n'y a pas de potager d'importance repéré dans les zones de retombées maximum. La présence de jardins partagés et/ou pédagogiques à proximité de ces zones est traitée dans les incertitudes chapitre 9.

Les habitations 1 et 2, sont des habitats collectifs assez denses (immeubles et maisons à plusieurs étages). Aucun jardin potager d'importance n'a été repéré dans cette zone (seulement de petites zones de pelouses ou de parc d'agrément). Si de petites surfaces cultivées existent (bacs de cultures, petits carrés potagers, ...), les taux de production sont a priori très faibles et la voie d'exposition par ingestion de végétaux peut être considérée comme minoritaire par rapport à l'ingestion de sol ou l'inhalation.

6.3 RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Les concentrations et les dépôts moyens modélisés avec ADMS5 sont présentés, à titre d'illustration, pour le bilan maximum des émissions, sous forme de cartographies, pour un polluant gazeux (concentrations NH₃) et un polluant particulaire (dépôts PM_{2.5}). L'ensemble des cartographies et des tableaux de valeurs pour les points récepteurs est donné en annexe 9.1 et 9.2.

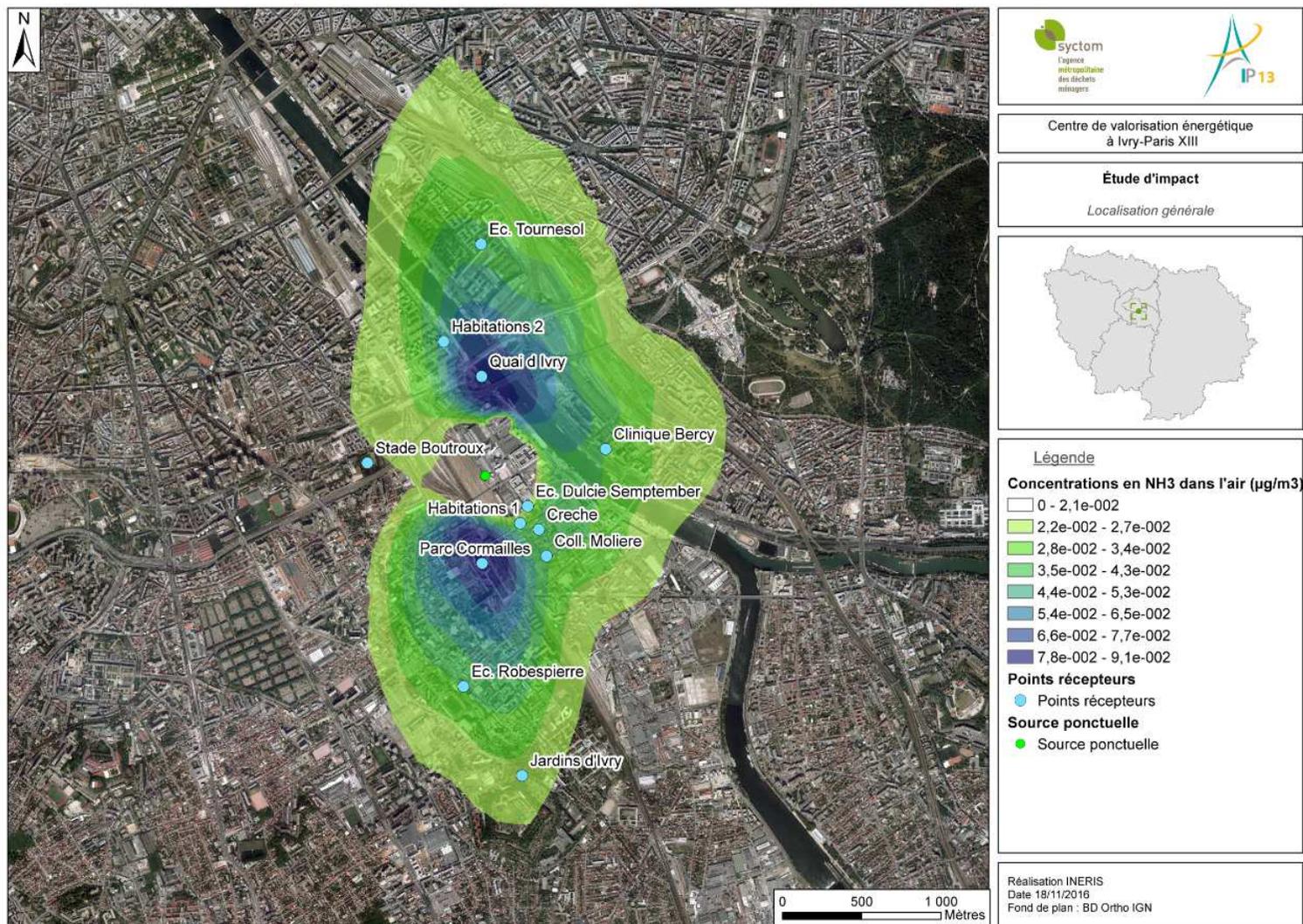


Figure 26 : Cartographie de la dispersion atmosphérique pour les concentrations en NH_3 ($\mu g.m^{-3}$) pour le bilan des flux maximums

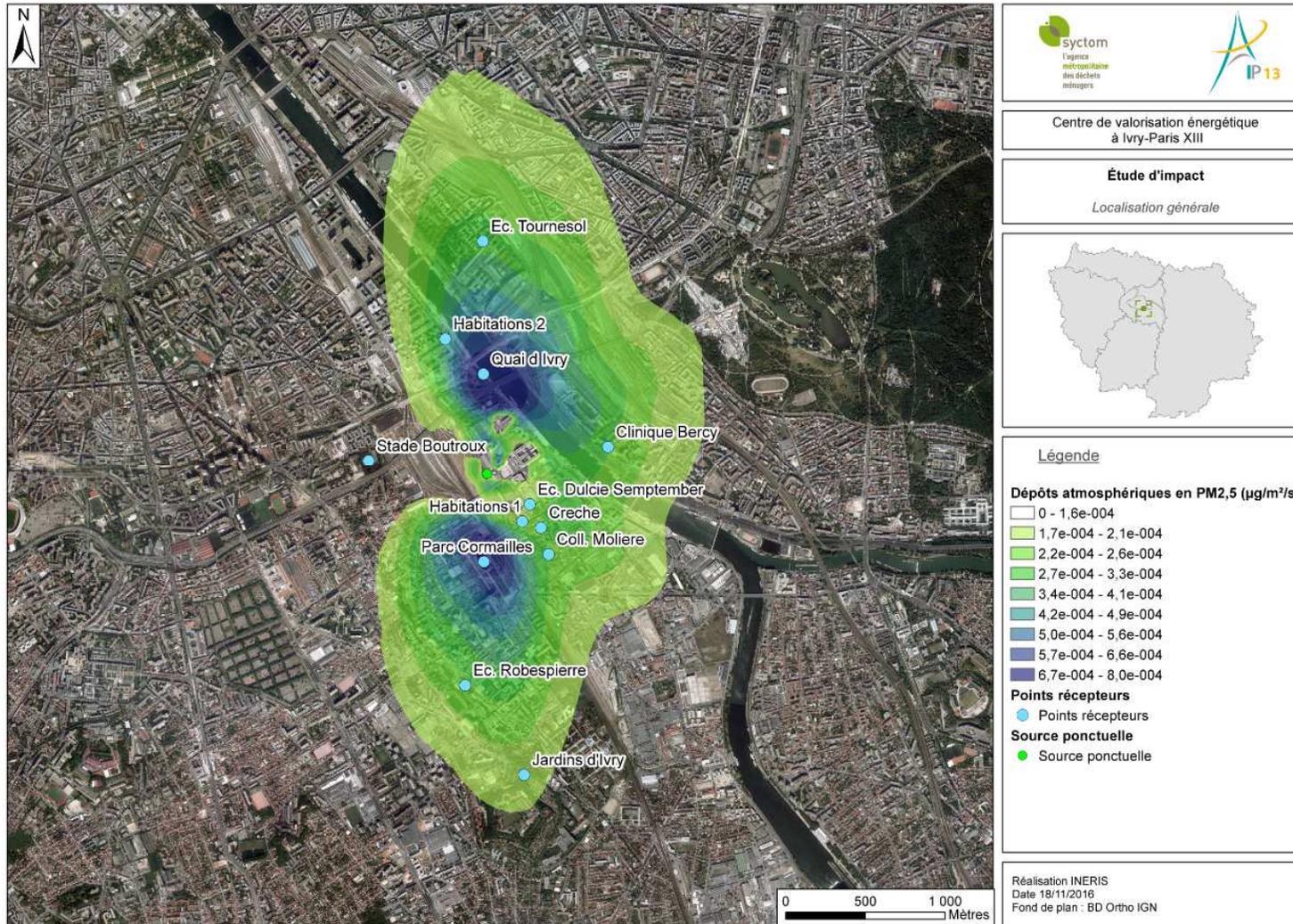


Figure 27 : Cartographie de la dispersion atmosphérique pour les dépôts de PM_{2,5} (µg.m⁻².s⁻¹) pour le bilan des flux maximum

Les résultats de la modélisation sont comparés aux différentes valeurs et objectifs de qualité disponibles pour l'air extérieur dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : Comparaison des résultats de concentrations maximales modélisées sur le long terme (attribuables aux émissions du site, bilan maximum) avec les valeurs limites, les valeurs cibles et les objectifs de qualité.

substances	Concentrations maximales long terme (bilan maximum) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeurs limites* (moyenne annuelle) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Objectifs de qualité* ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeurs cibles* (depuis 2013) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Poussières (PM10)	0,016	40	30	nd
Poussières (PM2,5)	0,024	25	10	20
COVtot (benzène)	0,054	5	2	nd
SO2	0,045	nd (125 en moyenne journalière)	50	nd
NOx (assimilé à NO ₂)	0,18	40 (NO ₂)	40 (NO ₂)	nd
Plomb (Pb)	0,00081	0,5	0,25	nd
Arsenic (As)	0,000032	nd	nd	0,006
Cadmium (Cd)	0,00012	nd	nd	0,005
Nickel (Ni)	0,00016	nd	nd	0,02

* Définition des valeurs - voir paragraphe 5.2.1

Les valeurs maximales modélisées sur le long terme pour le bilan maximum et attribuables à l'UVE (comprenant la désodo), sont inférieures à l'ensembles des valeurs limites, cibles ou aux objectifs de qualité.

7. MODELISATION DES TRANSFERTS DANS LA CHAINE ALIMENTAIRE

7.1 PRÉSENTATION DU MODÈLE MODUL'ERS

L'évaluation des transferts de polluants dans les végétaux et les matrices animales (œufs) est effectuée à l'aide de l'outil de modélisation Modul'ERS développé par l'INERIS. Cet outil a été développé sur la base des équations décrites dans le manuel « Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle »⁵³. Ce document, qui a fait l'objet d'une revue critique par plusieurs relecteurs extérieurs, présente les équations utilisées par l'INERIS pour modéliser les concentrations dans les milieux, les doses d'exposition et les niveaux de risques attendus, en s'appliquant à tracer l'origine de ces équations, les hypothèses sur lesquelles elles reposent et leurs limites d'utilisation.

7.2 PRINCIPALES DONNÉES D'ENTRÉE ET HYPOTHÈSES

Pour le scénario « familles de résidents avec potagers » (voir caractéristiques Tableau 8), une des voies d'exposition (en plus de l'inhalation et de l'ingestion de sol) considérée est l'ingestion de végétaux et d'œufs produits localement. Pour déterminer cette exposition, une modélisation des transferts dans la chaîne alimentaire est nécessaire.

Lors de cette modélisation, les résultats sont très dépendants des facteurs de transfert dans les différentes matrices végétales ou animales. Ainsi, deux scénarios sont envisagés : l'un majorant avec des taux de transfert maximisant, l'autre moyen.

Les principales données d'entrée pour la modélisation du transfert dans la chaîne alimentaire sont décrites ci-dessous. L'ensemble des données d'entrée modifiées par rapport aux valeurs par défaut du logiciel est présenté de manière détaillée dans les rapports de modélisation en annexe 10 (rapport complet pour la modélisation majorante et pour une question de taille du rapport, seuls les facteurs de transferts sont donnés pour la modélisation moyenne).

Modélisation selon une approche majorante

Elle a pour but de s'assurer de l'absence de risque avec une prise en compte de valeurs majorantes.

Dans le cas des dioxines/ furanes et selon une approche majorante, ont été retenus les facteurs de transferts maximums (air-plante, sol-plante, et vers les œufs) de l'ensemble des 17 PCDD/F fournis par l'USEPA. Ces facteurs ont été associés à la dioxine la plus toxique, à savoir la 2,3,7,8 TCDD.

Pour les autres substances, c'est la valeur maximale des facteurs de transfert des gammes proposées par substance dans le logiciel qui a été retenue.

⁵³ Rapport d'étude N° DRC-08—94882-16675B ; 01/08/2010 ; Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle, disponible sur le site internet de l'INERIS.

Modélisation selon une approche moyenne

Les valeurs de transfert retenues sont :

- en premier lieu, les valeurs ponctuelles médianes proposées par le logiciel Modul'ERS lorsqu'elles existent,
- s'il n'y a pas de valeurs médianes proposées, les valeurs basses de la gamme de valeurs proposées.

Pour les PCDD/F, à défaut d'informations sur la future répartition de ces substances dans les émissions et afin de couvrir l'ensemble des possibilités, les 17 PCDD/F classiques de l'USEPA ont été testées dans le modèle. Pour les légumes-feuilles et les légumes-fruits, peu de données de transfert sont disponibles. Ces dernières sont donc extraites de travaux de recherche en cours à l'INERIS (en cours de publication).

Les valeurs retenues sont données en annexe 10.

Valeurs génériques pour les deux modélisations (moyenne et majorante)

Classes d'âges

Pour la voie d'exposition par ingestion (sol, légumes ou œufs), sept classes d'âges sont retenues avec pour chacune d'elles, des paramètres spécifiques (poids, consommation de sol, de légumes, ...).

Poids corporel

Les poids corporels considérés dans l'étude selon les classes d'âges sont ceux proposés par défaut dans Modul'ERS⁵⁴ et donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 15 : Poids corporels selon les classes d'âges

Classes d'âge	Poids corporel (en kg)
Classe 1 (0-1 an)	7,6
Classe 2 (1-3 ans)	12,4
Classe 3 (3- 6 ans)	17,8
Classe 4 (6-11 ans)	28,7
Classe 5 (11-15 ans)	47,2
Classe 6 (15-18 ans)	60,0
Classe 7 (plus de 18 ans)	70,4

⁵⁴ Pour plus de références et d'informations sur les variables humaines considérées voir le rapport INERIS-DRC-14-141968-11173A, Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS, 2015, <http://www.ineris.fr/centredoc/drc-14-141968-11173a-param%C3%A8res-expo2-vf2-1432285510.pdf>

Sol

Aucun phénomène d'atténuation dans le sol n'est considéré.

Pour l'ingestion directe de sol, l'épaisseur de la couche de sol considérée est de 1 cm pour les différents scénarios.

Pour le scénario « familles de résidents avec potagers » (au point jardins d'Ivry), l'épaisseur de la couche de sol considérée est de :

- 30 cm pour tenir compte de l'horizon où s'opèrent les transferts racinaires concernés par la voie d'exposition par ingestion de végétaux
- et de 1 cm pour le dépôt indirect de particules (resuspension du sol).

Selon une approche majorante, les facteurs de biodisponibilité⁵⁵ des polluants dans le sol sont pris égaux à 1 pour tous les polluants.

Ingestion de sol

Les valeurs pour la quantité de sol ingérée par jour par les individus sont celles données par défaut par le logiciel⁵⁶. Les valeurs retenues pour ce paramètre, données ci-dessous, sont discutées dans l'analyse des incertitudes.

Tableau 16 : Quantité de sol ingérée en fonction des classes d'âge

Classes d'âge	Quantité de sol ingérée (mg/j)
Classe 1 (0-1 an)	30
Classe 2 (1-3 ans)	50
Classe 3 (3- 6 ans)	50
Classe 4 (6-11 ans)	50
Classe 5 (11-15 ans)	20
Classe 6 (15-18 ans)	20
Classe 7 (plus de 18 ans)	20

Aliments considérés

Les aliments produits sur place sont les légumes (répartis en catégories légumes feuilles, légumes-fruits, légumes-racines et tubercules) et les œufs (les poules sont considérées comme élevées pour la production d'œufs uniquement). Les données sur les quantités d'aliments consommés et les fractions d'aliments produits localement et consommés sont les valeurs par défaut proposées par Modul'ERS (pas d'enquête spécifique d'usage). Ces valeurs sont présentées dans les tableaux ci-dessous.

⁵⁵ Ce paramètre caractérise la fraction absorbée d'une substance

⁵⁶ Rapport INERIS -DRC-14-141968-11173A Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel Modul'ERS, 2015

Tableau 17 : Quantité d'aliments consommés par type d'aliments et par classe d'âge

	Légume_ feuilles	Légume_ racines	Légume_ fruits	Tuber-cules	Œufs
unité	kg.veg_ frais j ⁻¹	kg.veg_ frais j ⁻¹	kg.veg_ frais j ⁻¹	kg.veg_ frais j ⁻¹	kg j ⁻¹
Classe 1 (0-1 an)	0,0066	0,0154	0,0106	0,0184	0,000222
Classe 2 (1-3 ans)	0,022	0,0265	0,0405	0,0519	0,00134
Classe 3 (3- 6 ans)	0,00759	0,00705	0,0665	0,0461	0,0013
Classe 4 (6-11 ans)	0,00995	0,00697	0,0642	0,0461	0,0013
Classe 5 (11-15 ans)	0,0119	0,00855	0,07	0,0583	0,00128
Classe 6 (15-18 ans)	0,0123	0,00885	0,0724	0,06	0,00134
Classe 7 (plus de 18 ans)	0,0239	0,0122	0,113	0,0583	0,00191

Tableau 18 : Fraction de la quantité d'aliment consommé et exposé aux émissions du site (sans unité – approche moyenne et majorante)

aliment	Legumes_ feuilles	Legumes_ racines	Legumes_ fruits	Tubercules	Œufs
Fraction [-]	0,5	0,45	0,55	0,45	0,15

La valeur de 0,15 pour les œufs a été préférée pour la population générale (donnée issue de l'Insee 1993, 1994) par rapport à l'enquête InVS (2009)⁵⁷, plus restreinte autour des incinérateurs.

La valeur ponctuelle retenue pour les tubercules correspond aux ménages possédant un jardin (ce qui est le cas ici).

L'expérience montre que ces paramètres ont une influence faible sur les résultats finaux.

Facteurs de transfert vers les végétaux

Les mécanismes de transfert considérés vers les végétaux sont :

- le transfert racinaire pour les métaux et PCDD/F,
- le dépôt foliaire (retombées des particules directes et indirectes) pour les parties aériennes des végétaux (métaux et PCDD/F),
- le transfert air-plantes pour les PCDD/F et le mercure (le transfert air-plante pour les autres métaux étant considéré comme négligeable).

Il n'a pas été considéré ici de transfert par irrigation (le projet n'a pas de rejet aqueux).

⁵⁷ Rapport INERIS -DRC-14-141968-11173A Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel Modul'ERS, 2015

Certains métaux ne disposent toutefois pas de valeurs de facteurs de transfert racinaire vers les végétaux (Co, Cu, Sb, Mn). Pour ces métaux, seul le dépôt foliaire est considéré.

Facteurs de transfert vers les œufs

Pour le transfert vers les œufs, selon les substances et les données disponibles, un facteur de biotransfert (BT) ou de bioconcentration (BCF) est pris en compte.

Aucune donnée satisfaisante n'a été trouvée pour le transfert vers les œufs pour Sb, Cd, Co, Cu, Mn, Hg et V.

Le facteur de biodisponibilité dans le sol pour le transfert vers la poule et les œufs est donné dans le logiciel égal à 0,65.

Fraction de la quantité de végétaux et d'œufs consommés et produits localement

Pour cette donnée, les valeurs moyennes proposées par le logiciel et correspondant à la population générale ont été retenues.

7.3 RÉSULTATS - CONCENTRATIONS DANS LE SOL, LES VÉGÉTAUX ET LES ŒUFS

Les résultats de concentrations des polluants dans les différents milieux (sol, plantes, œufs) sont donnés (pour la modélisation majorante) dans le rapport de modélisation généré par Modul'ERS pour le point « jardins ouvriers d'Ivry » en annexe 10. Ces résultats sont ensuite pris en compte dans le cadre des calculs de risques sanitaires.

8. CARACTÉRISATION DES EXPOSITIONS ET DES RISQUES

Les indicateurs de risques pour les effets à seuil (Quotient de Danger ou QD) et pour les effets sans seuil (Excès de Risques Individuels ou ERI) sont donnés dans les différents tableaux de cette section.

Sont présentés dans le corps du rapport, les résultats des risques aux emplacements suivants :

- au point de concentrations et de dépôt maximums (inhalation et ingestion de sol),
- et au point « jardins ouvriers d'Ivry » (inhalation, ingestion de sol et ingestion d'aliments produits localement).

Les résultats du scénario travailleurs, dont les indices de risques sont moins élevés que pour les points ci-dessus (car l'exposition est moins forte), sont reportés en annexe pour faciliter la lecture.

L'ensemble des résultats est donné en annexe 11.

8.1 PRINCIPALES FORMULES DE CALCULS

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 :

$$CI = \left(\sum_i (C_i \times t_i) \right) \times F$$

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 fractions t_i et F sont données dans le Tableau 8.

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, le QD est calculé selon :

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

Calcul du Quotient de Danger (QD) par inhalation

Avec :

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

VTR : Valeur Toxicologique de Référence chronique ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Les VTR par inhalation sont données dans le Tableau 9.

Lorsque l'exposition se fait par ingestion, la quantité de polluant ingérée, exprimée en Dose Journalière d'Exposition ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$) est définie de la façon suivante :

$$\text{DJE} = \frac{\left(\sum_{ij} (C_i \times Q_j) \right) \times F}{P}$$

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 (en $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

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

F : fréquence d'exposition (sans unité)

P : poids corporel de la cible (kg)

La fréquence d'exposition F est donnée dans le Tableau 8, le poids corporel dans le Tableau 15 et les quantités ingérées des différents milieux dans le Tableau 16 et le Tableau 17.

Les DJE et les concentrations calculées dans les sols sont données en annexe 10 pour la modélisation majorante.

La caractérisation du risque sans effets de seuil par inhalation ou ingestion, s'exprime par un excès de risque individuel (ERI). L'ERI s'exprime de la façon suivante :

$$\text{ERI} = (\text{CI ou DJE}) \times \text{ERU} \times T / T_m$$

Calcul de l'Excès de Risque Individuel (ERI)

Avec :

CI : Concentration Inhalée ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) / DJE : Dose Journalière d'Exposition (en $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$)

ERU : Excès de Risque Unitaire par inhalation ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)⁻¹ ou ingestion ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{j}^{-1}$)⁻¹

T : durée d'exposition (années)

T_m : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

Les durées d'exposition T et T_m sont données dans le Tableau 8 et les ERU dans le Tableau 9.

L'ensemble des formules utilisées servant aux calculs des transferts de substances dans l'environnement ou de calculs des risques sont données dans le guide INERIS 2013⁵⁸ ou dans le manuel de jeux d'équation de Modul'ERS⁵⁹.

⁵⁸ DRC-12-125929-13162B, « Démarche intégrée pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - première édition - août 2013 »

⁵⁹ Rapport d'étude N° DRC-08—94882-16675B ; 01/08/2010 ; Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle

8.2 RISQUES POUR LE SCENARIO FAMILLES DE RESIDENTS (SANS POTAGER) POUR LES CONCENTRATIONS ET DEPOTS MAXIMUMS MODELISES (INHALATION ET INGESTION DE SOL)

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs de risques pour les effets à seuil pour les concentrations et les dépôts maximums long terme de la grille de calculs.

Tableau 19 : Somme des Quotients de Danger (QD) par classe d'âge pour les concentrations et dépôts maximums modélisés

classe d'âge	QD total ingestion de sol (à 70 ans)	QD total inhalation
Classe 1 (0-1 an)	7,4E-02	6,2E-02
Classe 2 (1-3 ans)	7,6E-02	
Classe 3 (3- 6 ans)	5,3E-02	
Classe 4 (6-11 ans)	3,3E-02	
Classe 5 (11-15 ans)	8,0E-03	
Classe 6 (15-18 ans)	6,3E-03	
Classe 7 (plus de 18 ans)	5,4E-03	

Le tableau ci-dessous détaille ce QD par substances pour la classe d'âge la plus exposée (classe n°2, enfants de 1 à 3 ans)

Tableau 20 : Quotients de Danger (QD) par polluant pour la classe 2 (1-3 ans)
pour les concentrations et dépôts maximums modélisés

polluants	QD ingestion de sol	QD inhalation	Somme QD	% de contribution au risque total
Cobalt (Co)	2,3E-02	1,6E-02	3,9E-02	28%
Plomb (Pb)	2,5E-02	9,0E-04	2,6E-02	19%
Vanadium (V)	3,5E-03	1,6E-02	2,0E-02	14%
Antimoine (Sb)	5,3E-03	8,1E-03	1,3E-02	10%
PCDD/F (ITEQ)	9,0E-03	9,0E-06	9,0E-03	7%
Cadmium (Cd)	6,5E-03	4,1E-04	6,9E-03	5%
Mercure (Hg)	2,4E-03	4,5E-03	6,8E-03	5%
COVtot (benzène)	nd	5,4E-03	5,4E-03	4%
Arsenic (As)	1,4E-03	2,2E-03	3,6E-03	3%
H ₂ S	nd	2,2E-03	2,2E-03	2%
Chrome VI (Cr VI)	2,1E-04	1,9E-03	2,2E-03	2%
Nickel (Ni)	2,6E-04	1,8E-03	2,1E-03	1%
Cuivre (Cu)	2,3E-04	1,6E-03	1,8E-03	1%
NH ₃	nd	3,3E-04	3,3E-04	0,2%
Manganèse (Mn)	8,8E-06	2,2E-04	2,3E-04	0,2%
Poussières (PM10)	nd	< VG	nd	
Poussières (PM2,5)	nd	< VG	nd	
SO ₂	nd	< VG	nd	
NO _x (assimilé à NO ₂)	nd	< VG	nd	
somme par voie (valeur repère=1)	7,6E-02	6,2E-02	1,4E-01	
pourcentage selon les voies d'exposition	55%	45%		

nd : non disponible (pas de VTR pour cette voie ou voie non pertinente) ; < VG : inférieure à la Valeur Guide définie dans le Tableau 9 car aucune VTR disponible (valeur en italique)

L'ensemble des valeurs de QD par polluant, et la somme de l'ensemble des QD des polluants, sont inférieures à la valeur repère de 1.

Le tableau ci-dessous présente les résultats des calculs de risques pour les effets sans seuil (pour un individu exposé durant sa vie entière) pour les concentrations et de dépôts maximums long terme de la grille de calculs.

Tableau 21 : Excès de Risques Individuels (ERI) pour les concentrations et dépôts maximums modélisés

polluants	ERI ingestion de sol	ERI inhalation	Somme ERI	% de contribution au risque total
COVtot (benzène)	nd	6,0E-07	6,0E-07	64%
Chrome VI (Cr VI)	6,5E-09	1,7E-07	1,7E-07	19%
Arsenic (As)	6,6E-08	6,0E-08	1,3E-07	13%
Nickel (Ni)	nd*	2,6E-08	2,6E-08	3%
Plomb (Pb)	9,2E-09	4,2E-09	1,3E-08	1%
somme (valeur repère = 1,0E-5)	8,2E-08	8,5E-07	9,4E-07	
pourcentage selon les voies d'exposition	9%	91%		

nd : non disponible (pas de VTR pour cette voie ou voie non pertinente)

* pas de VTR sans seuil pour le nickel par ingestion

Dans ce tableau, ne sont présentés que les risques concernant les substances disposant d'une VTR sans seuil.

L'ensemble des valeurs d'ERI par polluant, ainsi que la somme des ERI, sont inférieures à la valeur repère de 10^{-5} .

8.3 RISQUES POUR LE SCENARIO FAMILLES DE RESIDENTS AVEC POTAGER (JARDINS OUVRIERS D'IVRY) (INHALATION, INGESTION DE SOL ET INGESTION D'ALIMENTS PRODUITS LOCALEMENT)

Pour ce scénario, les individus sont exposés par inhalation et ingestion de sol, de légumes cultivés sur place et d'œufs produits sur place.

Deux modélisations de transfert (l'une majorante, l'autre moyenne) ont été réalisées.

Ci-dessous sont présentés les résultats pour la classe la plus exposée (classe n°2, c'est-à-dire enfants de 1 à 3 ans) pour les deux modélisations.

Modélisation majorante

Le tableau ci-dessous présente les indicateurs de risques pour les effets à seuil.

Tableau 22 : Quotients de Danger (QD) au point « jardins ouvriers d'Ivry » pour la classe d'âge la plus exposée (classe n°2, soit 1-3 ans), modélisation majorante

polluants	QD tot ingestion sol	QD tot ingestion végétaux	QD tot ingestion oeufs	QD ingestion cumulée	QD inhalation	Somme QD (inhalation et ingestion)
Cadmium (Cd)	7,2E-04	4,0E-02	9,5E-05	4,1E-02	1,6E-04	4,1E-02
PCDD/F (ITEQ)	1,0E-03	2,5E-02	6,2E-03	3,2E-02	3,7E-06	3,2E-02
Plomb (Pb)	2,7E-03	1,8E-02	9,7E-04	2,2E-02	3,5E-04	2,2E-02
Cobalt (Co)	2,5E-03	1,3E-04	0,0E+00	2,6E-03	6,3E-03	8,8E-03
Mercuré (Hg)	2,6E-04	4,8E-03	1,5E-04	5,2E-03	1,8E-03	7,0E-03
Vanadium (V)	3,8E-04	2,9E-05	1,1E-04	5,3E-04	6,3E-03	6,8E-03
Arsenic (As)	1,5E-04	3,4E-03	5,4E-06	3,6E-03	8,3E-04	4,4E-03
Antimoine (Sb)	5,8E-04	3,0E-05	0,0E+00	6,1E-04	3,1E-03	3,7E-03
COVtot (benzène)	nd	nd		0,0E+00	2,1E-03	2,1E-03
Chrome VI (Cr VI)	2,3E-05	3,8E-04	4,1E-09	4,0E-04	7,5E-04	1,2E-03
Nickel (Ni)	2,9E-05	3,1E-04	2,0E-06	3,4E-04	6,9E-04	1,0E-03
H ₂ S	nd	nd	nd	nd	6,7E-04	6,7E-04
Cuivre (Cu)	2,5E-05	1,3E-06	0,0E+00	2,6E-05	6,3E-04	6,5E-04
NH ₃	nd	nd	nd	nd	1,1E-04	1,1E-04
Manganèse (Mn)	9,9E-07	5,1E-08	0,0E+00	1,0E-06	8,3E-05	8,4E-05
SO ₂	nd	nd	nd	nd	< VG	nd
Poussières (PM ₁₀)	nd	nd	nd	nd	< VG	nd
Poussières (PM _{2,5})	nd	nd	nd	nd	< VG	nd
NO _x (assimilé à NO ₂)	nd	nd	nd	nd	< VG	nd
somme (valeur repère = 1)	8,4E-03	9,2E-02	7,5E-03	1,1E-01	2,4E-02	1,3E-01
pourcentage selon les voies d'exposition	6%	70%	5,7%	82%	18%	

nd : non disponible (pas de VTR pour cette voie ou voie non pertinente) ; < VG : inférieure à la Valeur Guide définie dans le Tableau 9 car aucune VTR disponible (valeur en italique)

Le tableau ci-dessous présente les indicateurs de risques pour les effets sans seuil.

Tableau 23 : Excès de risques individuels (ERI) au point « jardins ouvriers d'Ivry », modélisation majorante

polluants	ERI tot ingestion sol	ERI tot ingestion végétaux	ERI tot ingestion oeufs	ERI ingestion cumulée	ERI inhalation	Somme ERI (inhalation et ingestion)
Arsenic (As)	7,2E-09	3,7E-07	7,5E-10	3,8E-07	2,3E-08	4,0E-07
COVtot (benzène)	nd	nd	nd	nd	2,3E-07	2,3E-07
Chrome VI (Cr VI)	7,2E-10	3,0E-08	3,7E-13	3,1E-08	6,4E-08	9,5E-08
Plomb (Pb)	1,0E-09	1,4E-08	1,1E-09	1,6E-08	1,6E-09	1,7E-08
Nickel (Ni)	nd	nd	nd	nd	1,0E-08	1,0E-08
somme (valeur repère = 1,0E-5)	9,0E-09	4,2E-07	1,8E-09	4,3E-07	3,3E-07	7,6E-07
pourcentage selon les voies d'exposition	1,2%	55%	0,24%	56%	44%	

nd : non disponible (pas de VTR pour cette voie ou voie non pertinente)

L'ensemble des valeurs de QD et d'ERI pour chaque substance se situe sous les valeurs repères (1 pour les QD et 10^{-5} pour les ERI). La somme des QD ainsi que la somme des ERI liés aux différentes substances et voies d'exposition sont également inférieures aux valeurs repères, d'un facteur 10 environ.

La modélisation majorante permet de s'assurer de l'absence de risque sanitaire mais ne permet pas de hiérarchiser les substances par rapport à leur contribution au risque (la majoration n'est pas forcément équivalente pour tous les transferts modélisés ce qui entraîne une distorsion des voies d'exposition).

Modélisation moyenne

Sont présentées ci-dessous les sommes des risques totaux (QD et ERI) pour la modélisation moyenne (toujours pour la classe n°2 la plus exposée, c'est-à-dire les enfants de 1 à 3 ans)

Dans le tableau ci-dessous, seule la dioxine contribuant le plus au risque total parmi l'ensemble des 17 PCDD/F testés est retenue dans le tableau (il s'agit de la 12378 PCDF) (voir les résultats du test des PCDD/F en annexe 12).

Tableau 24 : Quotients de Danger (QD) au point « jardins ouvriers d'Ivry » pour la classe d'âge la plus exposée (classe n°2, soit 1-3 ans), modélisation moyenne

polluants	QD tot ingestion sol	QD tot ingestion végétaux	QD tot ingestion oeufs	QD ingestion cumulée	QD inhalation	Somme QD (inhalation et ingestion)	% de contribution au risque total
PCDD/F (ITEQ) (12378 PCDF)	1,0E-03	1,2E-04	1,0E-02	1,1E-02	3,7E-06	1,1E-02	24%
Cobalt (Co)	2,5E-03	1,1E-04	0,0E+00	2,6E-03	6,3E-03	8,8E-03	19%
Vanadium (V)	3,8E-04	2,0E-05	0,0E+00	4,0E-04	6,3E-03	6,7E-03	14%
Mercure (Hg) (part. pour ing. et gaz pour inhal.)	2,6E-04	3,1E-03	0,0E+00	3,4E-03	1,8E-03	5,2E-03	11%
Antimoine (Sb)	5,8E-04	2,5E-05	0,0E+00	6,0E-04	3,1E-03	3,7E-03	8%
Plomb (Pb)	2,7E-03	4,1E-04	1,5E-06	3,2E-03	3,5E-04	3,5E-03	7%
Cadmium (Cd)	7,2E-04	1,2E-03	4,2E-05	2,0E-03	1,6E-04	2,2E-03	5%
COVtot (benzène)	nd	nd	nd	nd	1,1E-03	1,1E-03	2%
Arsenic (As)	1,5E-04	1,6E-05	5,4E-07	1,7E-04	8,3E-04	1,0E-03	2%
Chrome VI (Cr VI)	2,3E-05	2,3E-06	0,0E+00	2,5E-05	7,5E-04	7,8E-04	1,7%
Nickel (Ni)	2,9E-05	9,9E-6	1,3E-8	3,9E-05	6,9E-04	7,3E-04	1,6%
H ₂ S	nd	nd	nd	nd	6,7E-04	6,7E-04	1,4%
Cuivre (Cu)	2,5E-05	1,1E-06	0,0E+00	2,6E-05	6,3E-04	6,5E-04	1,4%
HCl	nd	nd	nd	nd	2,7E-4	2,7E-4	0,6%
NH ₃	nd	nd	nd	nd	1,0E-04	1,0E-04	0,2%
Manganèse (Mn)	9,9E-07	4,3E-08	0,0E+00	1,0E-06	8,3E-05	8,4E-05	0,2%
SO ₂	nd	nd	nd	nd	<VG	nd	nd
Poussières (PM10)	nd	nd	nd	nd	<VG	nd	nd
Poussières (PM2,5)	nd	nd	nd	nd	<VG	nd	nd
NOx (assimilé à NO ₂)	nd	nd	nd	nd	<VG	nd	nd
somme (valeur repère = 1)	8,4E-03	5,1E-03	1,0E-02	2,4E-02	2,3E-02	4,7E-02	
pourcentage selon les voies d'exposition	18%	11%	22%	51%	49%		

nd : non disponible (pas de VTR pour cette voie ou voie non pertinente)

< VG : inférieure à la Valeur Guide définie dans le Tableau 9

L'ensemble des indices de risques pour chacune des substances considérées et leur somme sont inférieurs aux valeurs repères. Les dioxines/furanes (principalement pour la voie ingestion, la voie d'exposition par inhalation étant minoritaire), le cobalt, l'antimoine, le mercure et le plomb contribuent le plus au risque pour les effets à seuil, selon les hypothèses de l'étude.

Tableau 25 : Excès de Risques Individuels au point « jardins ouvriers d'Ivry »,
modélisation moyenne

polluants	ERI tot ingestion sol	ERI tot ingestion végétaux	ERI tot ingestion œufs	ERI ingestion cumulée	ERI inhalation	Somme ERI (inhalation et ingestion)	% de contribution au risque total
COVtot (benzène)	nd	nd	nd	nd	1,3E-07	1,3E-07	50,8%
Arsenic (As)	7,2E-09	1,3E-08	7,5E-11	2,0E-08	2,3E-08	4,3E-08	17,1%
Chrome VI (Cr VI)	7,2E-10	1,3E-09	0,0E+00	2,0E-09	6,4E-08	6,6E-08	26,3%
Nickel (Ni)	nd	nd	nd	nd	1,0E-08	1,0E-08	4,0%
Plomb (Pb)	1,0E-09	1,9E-09	1,6E-12	2,9E-09	1,6E-09	4,5E-09	1,8%
somme (valeur repère = 1,0E-5)	9,0E-09	1,6E-08	7,6E-11	2,5E-08	2,3E-07	2,5E-07	
pourcentage selon les voies d'exposition	3,6%	6%	0,03%	10%	90%		

nd : non disponible (pas de VTR pour cette voie ou voie non pertinente)

L'ensemble des valeurs des ERI par substance ainsi que la somme des ERI pour l'ensemble des substances et des voies d'exposition sont inférieurs à la valeur repère de 10^{-5} (d'un facteur 40 pour la somme des ERI).

Pour le scénario travailleurs :

Les résultats du scénario travailleurs présentent des indices de risques (QD et ERI) plus faibles que pour les résidents (car leur exposition est plus faible). Les résultats pour ce scénario sont reportés en annexe 11.

9. ANALYSE DES 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. Leur impact sur les résultats est évalué (quantitativement ou qualitativement) quand cela est possible et relié aux principes de l'ERS énoncés en début d'étude (section 1.2) à savoir notamment :

- 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 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 ;

9.1 HYPOTHÈSES ET INCERTITUDES RELATIVES AUX ÉMISSIONS

Estimation prospective des émissions :

Les flux de polluants émis sont estimés sur la base du cahier des charges du Sycotom (bilan maximum) et des garanties constructeur (bilan moyen). Les flux qui seront émis aux cheminées de l'incinérateur seront donc inférieures ou égales aux valeurs des garanties constructeur.

→ Le risque sanitaire est surestimé par la prise en compte d'un bilan maximum. L'approche est majorante selon les principes de prudence et de proportionnalité.

Non prise en compte des émissions diffuses

Les émissions diffuses n'ont pas été prises en compte pour le calcul de risque. Ces émissions sont difficilement caractérisables avant la mise en fonctionnement du site. Cependant, l'analyse du contexte environnemental de l'installation montre que la probabilité d'exposition des cibles environnantes est faible. Les mesures de construction rendent les bâtiments étanches.

→ Cette hypothèse entraîne une sous-estimation légère du risque sanitaire (Mise en place d'une surveillance au démarrage de l'usine, principe de proportionnalité).

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.

→ Le risque sanitaire est surestimé de manière importante en l'absence de données disponibles avant le démarrage de l'installation. Application des principes de prudence et de proportionnalité par la majoration du risque.

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.

→ Le risque sanitaire est a priori légèrement surestimé. Selon le principe de proportionnalité, sur la base des données disponibles dans la littérature, une hypothèse raisonnablement majorante est adoptée.

Variation possible d'émission du manganèse

Le pourcentage de manganèse donné par le guide ASTEE (4 %) revient à considérer une concentration en manganèse de 0,016 mg/Nm³. Or, une mesure réalisée par la FNADE sur une UIOM⁶⁰ a montré un pourcentage de manganèse bien plus élevé (autour de 96%). Si le manganèse est considéré à 100% de la valeur garantie par le constructeur (soit 0,4 mg/Nm³), son flux est alors 25 fois plus élevé que celui retenu dans le Tableau 6. En première approche, étant donné que les sources émettrices sont proches, une approche linéaire de l'augmentation peut être envisagée. Ainsi, en tenant compte du flux modifié, le quotient de danger pour la voie inhalation pour les concentrations et de dépôts maximums de la grille de calculs reste inférieur à la valeur repère de 1 (0,04).

Les valeurs volontairement protectrices sur la répartition des métaux (certains métaux pris égale à 100% de la concentration totale et entraînant une somme des métaux en concentration 4,7 fois supérieure à la limite garantie par le constructeur).

→ Le risque sanitaire est globalement surestimé pour les métaux par la prise en compte de flux plus importants que ceux garantis. Cette majoration intègre raisonnablement les variations possibles d'émissions pour des métaux comme le manganèse.

Point sur les dioxines et furanes bromés

Les dioxines et furanes bromés peuvent être émis dans les rejets atmosphériques au même titre que les dioxines et furanes chlorés.

⁶⁰ Guide pour la déclaration annuelle des rejets de polluants des UIOM – Octobre 2006

Le Sycotom a fait réaliser plusieurs analyses de ces substances depuis 2013 (deux en 2013, deux en 2014, une en 2015 et une en 2016) dans les rejets atmosphériques de l'usine actuelle d'Ivry. Quatorze dioxines/furanes bromés ont été recherchés à savoir :

- Octabromodibenzodioxine
- Octabromodibenzofurane
- 2,3,7,8-Tetrabromodibenzodioxine
- 1,2,3,7,8-Pentabromodibenzodioxine
- 1,2,3,4,7,8-Hexabromodibenzodioxine + 1,2,3,6,7,8-Hexabromodibenzodioxine
- 1,2,3,7,8,9-Hexabromodibenzodioxine
- 1,2,3,4,6,7,8-Heptabromodibenzodioxine
- 2,3,7,8-Tetrabromodibenzofurane
- 2,4,6,8-Tetrabromodibenzofurane
- 1,2,3,7,8-Pentabromodibenzofurane
- 2,3,4,7,8-Pentabromodibenzofurane
- 1,2,3,4,7,8-Hexabromodibenzofurane
- 1,2,3,4,6,7,8-Heptabromodibenzofurane

Les concentrations de la plupart de ces substances sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire. Quatre substances sont toutefois souvent quantifiées (concentrations données en $\text{Nm}^3 \text{ sec à } 11\% \text{ d'O}_2$) :

- 2,4,6,8-Tetrabromodibenzofurane (entre <LQ et $0,074 \text{ ng/Nm}^3$)
- 1,2,3,4,6,7,8-Heptabromodibenzofurane (entre <LQ et $0,38 \text{ ng/Nm}^3$)
- Octabromodibenzodioxine (entre <LQ et $0,24 \text{ ng/Nm}^3$)
- Octabromodibenzofurane (entre < LQ et $0,33 \text{ ng/Nm}^3$)

La somme algébrique des 14 substances est relativement constante même avec les différentes méthodes de calculs des laboratoires pour la prise en compte des limites de quantification ou de détection. Pour les analyses sur Ivry de 2013 à 2016, cette somme varie d'environ $0,3$ à $0,5 \text{ ng/Nm}^3$.

Il n'existe actuellement pas de VTR pour ces substances ni d'équivalents toxiques (TEQ) contrairement aux dioxines/furanes chlorés.

Les congénères bromés les plus quantifiés dans les analyses sont plutôt les composés fortement bromés (hepta et octa). Par analogie avec les facteurs d'équivalents toxiques des dioxines/furanes chlorés, il est possible que ces molécules soient celles qui présentent une plus faible toxicité.

➔ Les analyses indiquent que la plupart des PBDD/F n'est pas quantifiée. Dans l'état actuel des connaissances et sur la base des données d'analyses étudiées (UIOM actuelle), le risque sanitaire semble ici peu sous-estimé par la non prise en compte de ces composés.

9.2 HYPOTHÈSES ET INCERTITUDES RELATIVES AUX VALEURS TOXICOLOGIQUES DE RÉFÉRENCE 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, ANSES, 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.

→ Le risque sanitaire est surestimé, de manière non quantifiable, par la limite des connaissances scientifiques.

Lorsque plusieurs VTR existent pour une même substance et une même voie, le choix a été basé sur la méthodologie expliquée section 4.3 et en suivant les règles de la note d'information DGS/DGPR de 2014. Les écarts entre les VTR d'une même substance sont généralement limités (facteur 2 à 3), exceptionnellement supérieurs à 10 (excepté pour le chrome VI, voir paragraphe suivant).

→ L'impact sur le risque sanitaire est limité (inférieur aux incertitudes sur les VTR respectives).

Pour le Chrome VI, c'est la VTR pour le chrome sous forme d'aérosols qui a été retenue. Elle est environ 100 fois plus basse que celle pour le chrome sous forme particulaire proposée par l'USEPA. Mais, en l'absence de connaissance plus précise sur les formes de chrome émises et sur ses modifications dans l'environnement, cette forme ne peut être exclue même si elle est a priori en faible proportion dans l'environnement.

→ Le risque sanitaire est surestimé, de manière a priori assez forte. Cette surestimation résulte des limites actuelles des connaissances scientifiques. Par principe de prudence, la VTR la plus basse a été retenue.

Pour le cadmium, l'ANSES propose 2 valeurs de VTR pour les effets chroniques par inhalation pour 2 effets différents. La valeur la plus basse a été retenue (0,3 µg/m³ pour des tumeurs pulmonaires contre 0,45 µg/m³ pour une augmentation de 5% d'atteinte tubulaire).

→ L'impact sur le risque sanitaire est limité (inférieur aux incertitudes sur les VTR).

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, sont réalisées 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.

→ L'impact sur le risque sanitaire est non quantifiable. Par principe de prudence, la réalisation de scénarios majorants et l'approche par sommation des indices de risques, intègrent raisonnablement cette incertitude. Cette incertitude résulte de la limite des connaissances scientifiques.

Choix des traceurs de risque

Certaines substances 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 de leur toxicité respective selon une démarche argumentée et transparente indiquant que leur contribution au risque global est faible relativement à celle des traceurs retenus.

→ L'impact sur le risque sanitaire est a priori faible. Par principe de proportionnalité, seuls les traceurs de risques ont été évalués. Le choix de ces traceurs, réalisé selon une méthode appropriée, permet de négliger la contribution au risque des autres substances.

Prise en compte de HCl

Le HCl n'est retenu que dans le bilan des flux moyen pour l'UVE selon la méthodologie employée. Or, sa concentration à l'émission est la même pour le bilan maximum ou moyen. Les risques sanitaires pour HCl (par inhalation uniquement car la substance est gazeuse) sont donc identiques pour les deux bilans, à savoir un QD par inhalation au point max de $6,7E-4$. Ce QD, très faible, est négligeable par rapport aux QD des autres substances retenues dans le bilan maximum.

9.3 HYPOTHÈSES ET INCERTITUDES RELATIVES À LA MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE

Les concentrations atmosphériques ont été estimées par la modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets au moyen du logiciel ADMS5, adapté à ce type de situation. Plusieurs hypothèses ont été posées, sur la base des connaissances actuelles et des valeurs par défaut conseillées par les concepteurs du modèle, notamment relatives à 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.

→ L'impact sur le risque sanitaire est a priori limité (limites des connaissances scientifiques).

Vitesse d'éjection des fumées

La vitesse d'éjection retenue pour l'UVE est la vitesse minimale garantie par le constructeur (12 m/s). Cette vitesse a été retenue car une vitesse faible est a priori pénalisante pour la dispersion des polluants dans l'atmosphère (et donc majorante pour l'ERS). La vitesse réelle devrait être a priori légèrement plus élevée (autour de 13,4 m/s). D'après le retour d'expérience de l'INERIS sur le modèle ADMS, cette variation a une très faible influence sur les résultats.

→ L'impact sur le risque sanitaire est très faible (légèrement majorant)

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 (l'exposition se poursuit encore sur 40 ans soit 70 ans au total). 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.

→ Le risque sanitaire est légèrement surestimé par la surestimation des concentrations et des expositions (limite des connaissances scientifiques, respect du principe de prudence scientifique).

Modélisation des métaux sous forme de PM2,5

Les métaux sont modélisés dans l'étude sous forme de PM2,5. Si l'on compare, à émissions égales, les concentrations de PM2,5 et de PM10, les concentrations de PM2,5 aux points récepteurs sont toujours plus élevées (d'un facteur 2 environ). En revanche, pour les dépôts, les dépôts de PM10 sont plus importants d'un facteur variant de 2 à 5. Au point de concentrations et de dépôts maximums (pour le bilan maximum des émissions), les dépôts de PM10 sont environ 2 fois plus importants que ceux relatifs aux PM2,5. Par conséquent, le QD pour l'ingestion de sol en ce point augmenterait aussi d'un facteur 2, passant de 0,18 à 0,32. Au point « Jardins d'Ivry », les PM10 représentent environ 4,5 fois les PM2,5 ; dans une approche linéaire, la somme des QD pour la modélisation majorante passerait de 0,13 à 0,56, valeur qui reste inférieure à la valeur repère de 1.

→ Cette approche (modélisation des métaux sous forme de PM2,5) est une approche qui se veut réaliste sur la base des connaissances actuelles. L'impact est non quantifiable mais a priori limité.

Données météorologiques

Les données de vents retenues proviennent de la station Météo France de Paris Montsouris. Ce choix est largement expliqué dans la section 6.1.3. Des données de vents enregistrées sur la station météorologique du site de l'incinérateur actuel d'Ivry (situé à une quarantaine de mètres de hauteur), montre un axe des vents légèrement décalé. En effet, selon les données transmises par le Sycotm, la station enregistre des vents dominants provenant de 40° (nord-est) et 200 à 220° (sud-ouest) (au lieu d'un axe plus nord-sud, pour la station de Paris Montsouris).

Les usages ont été repérés tout autour du site de l'UVE dans un rayon d'environ 1 km (comprenant donc les points de concentrations et de retombées maximums). Aucun usage particulier (notamment des potagers) n'ayant été repéré à cette distance selon cet axe nord-est/sud-ouest, un axe des vents dominants légèrement différent de celui retenu pour la présente étude n'est pas de nature à changer les conclusions de l'ERS.

→ L'impact sur le risque sanitaire est limité.

9.4 HYPOTHÈSES ET INCERTITUDES RELATIVES À LA MODÉLISATION DES TRANSFERTS DANS LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

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 sont importantes (parfois plusieurs ordres de grandeur) et peuvent donc influencer les résultats de façon importante.

Les valeurs retenues sont celles données par le logiciel Modul'ERS.

Dans le cas des PCDD/F, concernant les transferts sol-plante pour les légumes-feuilles et légumes-fruits, les seules données disponibles et exploitable à notre connaissance sont des données de programmes de recherche menés à l'INERIS sur le transfert de ces composés (en cours de publication). Ces valeurs sont retenues dans cette étude et sont présentées dans les rapports de modélisation Modul'ERS (annexe 9).

Ces facteurs de transfert ayant une importance potentiellement forte, deux modélisations, l'une majorante et l'autre moyenne sont effectuées.

→ Le risque sanitaire est, pour la modélisation majorante, potentiellement surestimé de manière importante par la surestimation des concentrations dans la chaîne alimentaire. Une approche de « meilleure estimation possible » est conduite en plus pour la modélisation moyenne. Cette approche respecte le principe de prudence scientifique.

Dioxines/furanes pour la voie ingestion pour le transfert dans la chaîne alimentaire (modélisation majorante et moyenne).

Pour la modélisation majorante, la 2378-TCDD a été retenue avec les facteurs de transfert maximums parmi l'ensemble des 17 PCDD/F de l'USEPA. En l'absence de connaissance sur la future répartition des PCDD/F émises, on adjoint à la dioxine la plus toxique, les facteurs de transfert maximum parmi l'ensemble des dioxines (certaines ayant des facteurs de transfert plus importants). Cette approche, considérée comme pénalisante, permet toutefois d'obtenir une modélisation permettant de s'assurer de l'absence de risque.

Pour la modélisation moyenne, les 17 dioxines/furanes sont testés comme si chacune représentait 100% de l'émission (et donc 100% du dépôt au point considéré). La dioxine ou le furane qui contribue le plus au risque total par ingestion est retenu (en l'occurrence il s'agit du 12378 PCDF pour la classe 2). Les variations de QD (QD total pour la voie ingestion par exemple) restent cependant limitées (de 0,002 à 0,01 soit un facteur 5)

→ L'impact sur le risque sanitaire est légèrement majorant (limite des connaissances, principes de proportionnalité et de prudence).

9.5 HYPOTHÈSES ET INCERTITUDES RELATIVES À LA CARACTÉRISATION DES EXPOSITIONS

Scénarios d'exposition

L'étude de l'exposition par inhalation considère, pour tous les résidents, une exposition permanente toute l'année, toute la journée, aux concentrations estimées au niveau des habitations.

→ Le risque sanitaire, attribuable à l'installation, est majoré.

Estimation du risque supplémentaire lié à l'ingestion de sol des travailleurs au point « quai d'Ivry »

Le QD par inhalation pour les travailleurs au point Quai d'Ivry est de $9E-3$. Si le QD pour l'ingestion de sol est calculé pour les métaux et les dioxines/furanes (assimilés à la 2,3,7,8 TCDD), avec 50 mg/j de sol ingéré, au bout de 30 ans d'accumulation dans le sol, celui-ci est de $4,7E-2$ (soit une somme des QD pour les voies d'exposition par inhalation et ingestion de $5,6E-2$).

La somme des ERI (concernant l'arsenic, le chrome et le plomb), pour une exposition pendant 40 ans (avec 30 ans de fonctionnement de l'UVE), est de $2,6E-7$ (soit un ERI total pour les voies d'exposition par inhalation et ingestion de $4,2E-7$)

→ Les indices de risques pour les travailleurs restent bien inférieurs aux valeurs repères même en ajoutant l'ingestion de sol.

Paramètre d'ingestion de sol

Les paramètres d'ingestion de sol ont été retravaillés spécifiquement à l'INERIS pour le logiciel Modul'ERS. La construction de ces valeurs est documentée dans le rapport INERIS-DRC-14-141968-11173A sur les paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel Modul'ERS, 2015.

Une valeur supérieure pour la quantité de sol ingérée est proposée dans le rapport de InVS/INERIS de 2012 « Quantités de terre et de poussières ingérées par un enfant de moins de 6 ans et bioaccessibilité des polluants ». La comparaison des quantités de sol ingérées est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 26 : Comparaison des quantités de sol ingérées et des QD associés en fonction des classes d'âge.

Quantité de sol ingérée pour la classe 1 (0-1 an)	30 mg/j (présente étude)	91 mg/j ⁶¹
QD tot ing sol	7,4E-2	2,3E-01
Quantité de sol ingérée pour la classe 2 (1-3 ans)	50 mg/j (présente étude)	91 mg
QD tot ing sol	7,6E-02	1,4E-01
Quantité de sol ingérée pour les autres classes (3 ans à l'âge adulte)	Valeurs définies dans l'étude (section 7.2)	91 mg/j pour les classes 1 à 3 (valeurs identiques à la présente étude pour les autres classes)
ERItot ing sol	8,2E-08	8,9E-8

La somme des QD liés à l'ingestion de sol augmente de façon proportionnelle à la quantité de sol ingérée (facteur 2 ou 3) mais reste inférieure à la valeur repère. La somme des ERI liés à l'ingestion de sol augmente légèrement (8,5% environ) et reste également très inférieure à la valeur repère.

Le choix des valeurs d'ingestion de sol proposées par défaut dans Modul'ERS donne une estimation médiane du risque.

⁶¹ Percentile 95 de l'étude citée dans le rapport InVS/INERIS : Stanek EJ, Calabrese EJ, Zorn M. Biasing factors for simple soil ingestion estimates in mass balance studies of soil ingestion. Hum and Ecol Risk Assess 2001;7(2):329-55.

Scénario « familles de résidents avec potager », fraction de la quantité d'aliments consommée et exposée à la contamination du site

Pour le scénario RP (familles de résidents avec potager), pour chaque type d'aliment, la part d'autoconsommation est estimée. Les paramètres d'autoconsommation (fraction de la quantité d'aliments consommés et soumis à la contamination du site) retenus sont ceux donnés dans Modul'ERS pour la population générale. Ils couvrent une grande majorité de la population, tout en restant plus réalistes qu'une consommation de 100% de produits locaux. Cependant, en raison de la variabilité des comportements individuels, des consommations supérieures aux estimations restent possibles.

→ Le risque est estimé de manière médiane à travers une hypothèse réaliste de consommation pour la population concernée. L'impact sur le risque sanitaire est a priori limité.

Fraction d'aliment exposée à la contamination du site

Pour les œufs, la valeur de 0,15 a été préférée pour la population générale (donnée issue de l'Insee 1993, 1994 voir section 7.2) par rapport à la valeur de 0,26 donnée par l'enquête InVS⁶². Par expérience ce paramètre a peu d'influence sur le résultat final. La voie d'exposition par rapport à l'ingestion d'œufs est ici assez faiblement contributrice au risque global.

→ Le risque est estimé de manière médiane à travers une hypothèse réaliste de consommation pour la population concernée. L'impact sur le risque sanitaire est faible.

Jardins partagés ou pédagogiques autour du site.

Des petites surfaces (jardins partagés ou pédagogiques) de cultures ont été repérées autour du site de l'UVE. Elles sont représentées sur la Figure 28.

Les jardins partagés ou pédagogiques repérés autour du site possèdent des surfaces relativement limitées (voir en annexe 4 les photos du jardin pédagogique du parc des Cormailles, de l'ordre de 500 m² partagés). Ces espaces n'ont pas vocation à produire une importante quantité d'aliments. Peu de données existent sur les taux de consommation pouvant être attribués aux usagers de ces espaces. Les taux d'autoconsommation sont plus faibles que ceux retenus au point « jardins ouvriers d'Ivry », pour des jardins potagers de type « ouvriers » (scénario familles de résidents avec potager), présentant de plus grandes surfaces et de plus fortes productions.

⁶² AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), Étude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères, ISBN : 978-2-11-098350-3, Février 2009

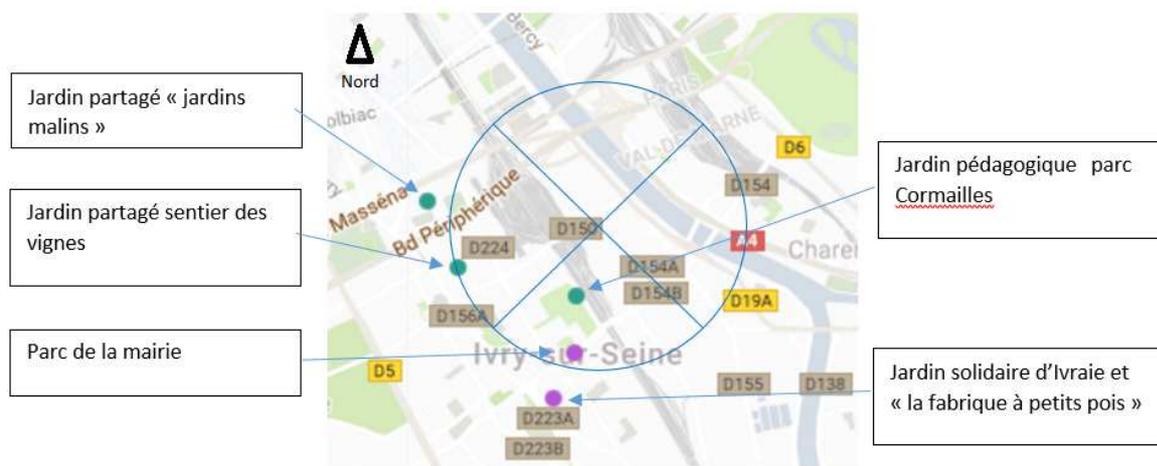


Figure 28 : Localisation des petits jardins proches du Syctom (environ 1 km, cercle bleu), (données cartographiques Google 2016, extrait agriculture urbaine Ile de France⁶³)

Les résultats de l'évaluation des risques menée pour le jardin pédagogique le plus exposé (dans la zone sud de concentrations et de dépôts maximums), à savoir celui du parc des Cormailles, sont donnés dans le Tableau 27 et le Tableau 28.

Les mêmes paramètres que pour la modélisation majorante des transferts au point « jardins ouvriers d'Ivry » (pour les fractions de la quantité consommée exposée à la contamination du site notamment, c'est-à-dire la quantité d'aliment produite au jardin et consommée) ont été retenus, excepté la présence de poules et donc de consommation d'œufs locaux.

Tableau 27 : Somme des QD (tous polluants confondus à t=70 ans) pour l'ingestion (sol et légumes) et l'inhalation au parc des Cormailles (jardin pédagogique)

classes d'âge	classe_1	classe_2	classe_3	classe_4	classe_5	classe_6	classe_7
Somme des QD Inhalation	6,1E-02						
Somme des QD ingestion (sol et légumes) à 70 ans	1,6E-01	2,4E-01	1,4E-01	8,7E-02	5,7E-02	4,6E-02	5,3E-02
somme totale des QD (ingestion et inhalation) (valeur repère = 1)	2,2E-01	3,0E-01	2,0E-01	1,5E-01	1,2E-01	1,1E-01	1,1E-01

⁶³ <http://agricultureurbaine-idf.fr/>

Tableau 28 : Quotients de Danger (QD) par polluants au parc des Cormailles (jardin pédagogique) pour la classe d'âge la plus exposée (classe n°2, soit 1-3 ans),

polluants	QD tot ingestion sol	QD tot ingestion végétaux	QD ingestion cumulée	QD inhalation	somme des QD
PCDD/F (ITEQ) (12378 PCDF)	3,0E-03	2,5E-02	2,8E-02	8,9E-06	2,8E-02
Antimoine (Sb)	1,7E-03	8,7E-05	1,8E-03	8,0E-03	9,8E-03
Arsenic (As)	4,5E-04	1,0E-02	1,1E-02	2,1E-03	1,3E-02
Cadmium (Cd)	2,2E-03	1,2E-01	1,2E-01	4,0E-04	1,2E-01
Chrome VI (Cr VI)	6,7E-05	1,1E-03	1,2E-03	1,9E-03	3,1E-03
Cobalt (Co)	7,2E-03	3,7E-04	7,6E-03	1,6E-02	2,4E-02
Cuivre (Cu)	7,2E-05	3,7E-06	7,6E-05	1,6E-03	1,7E-03
Manganèse (Mn)	2,9E-06	1,5E-07	3,0E-06	2,1E-04	2,1E-04
Mercuré (Hg) (part. pour ing. et gaz pour inhal.)	7,8E-04	5,8E-03	6,6E-03	4,4E-03	1,1E-02
Nickel (Ni)	8,4E-05	9,0E-04	9,9E-04	1,8E-03	2,8E-03
Plomb (Pb)	8,2E-03	5,5E-02	6,3E-02	8,9E-04	6,4E-02
Vanadium (V)	1,1E-03	8,4E-05	1,2E-03	1,6E-02	1,7E-02
COVtot (benzène)	nd	nd	nd	5,3E-03	5,3E-03
H ₂ S	nd	nd	nd	2,2E-03	2,2E-03
NH ₃	nd	nd	nd	3,2E-04	3,2E-04
SO ₂	nd	nd	nd	< VG	nd
Poussières (PM10)	nd	nd	nd	< VG	nd
Poussières (PM2,5)	nd	nd	nd	< VG	nd
NOx (assimilé à NO ₂)	nd	nd	nd	< VG	nd
somme (valeur repère = 1)	2,5E-02	2,2E-01	2,4E-01	6,1E-02	3,0E-01
pourcentage selon les voies d'exposition	8%	72%	80%	20%	

Tableau 29 : Somme des ERI (tous polluants confondus) pour l'ingestion (sol et légumes) et l'inhalation au parc des Cormailles (jardin pédagogique)

Somme ERI Inhalation	8,5 E-07
Somme ERI ingestion	1,3 E-06
somme totale ERI (ingestion et inhalation)	2,2 E-06

→ Les indices de risques sont inférieurs aux valeurs repères malgré des valeurs pour le paramètre « fractions de la quantité d'aliments consommés et exposés à la contamination du site » surévaluées au regard de la taille des parcelles et de l'usage. Ceci conduit à la surestimation des expositions et des risques.

Bioaccessibilité et biodisponibilité :

La bioaccessibilité est la fraction mise en solution par la salive ou les fluides digestifs, dans le tractus gastrointestinal. La biodisponibilité absolue est la fraction du contaminant absorbée et atteignant la circulation systémique. Elle s'exprime par le rapport entre la dose absorbée et la dose administrée. Pour les dioxines/furanes, d'après Finley et al, la bioaccessibilité pour le sol peut être estimée entre 10 et 30 %⁶⁴. Des travaux de recherche sont en cours sur ces mécanismes pour affiner et confirmer ces données. Dans le cadre de la présente étude, la bioaccessibilité et la biodisponibilité sont considérées de manière prudente égales à 1.

→ Les expositions et les risques sont surestimés pour l'ensemble de la population pour les voies ingestion de sol et, a priori, d'aliments.

⁶⁴ Brent Finley, Kurt Fehling, John Warmerdam & Eric J. Morinello (2009) : Oral Bioavailability of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins/Dibenzofurans in Industrial Soils, Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 15:6, 1146-1167

10. CONCLUSION

L'évaluation de l'impact des émissions de l'Unité de Valorisation Energétique (incinération) d'Ivry-sur-Seine, a été menée sous la forme d'une évaluation des risques sanitaires à partir de la modélisation de la dispersion atmosphérique et des transferts des substances dans la chaîne alimentaire. Aucun rejet liquide vers l'environnement n'est prévu dans le projet.

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 (légumes et œufs) ;**
- **les doses d'expositions journalières pour les personnes (adulte et enfants) vivant et/ou travaillant dans la zone et consommant des aliments produits localement.**

L'ensemble de la démarche d'évaluation des risques sanitaires repose sur des hypothèses soumises 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.

Pour un fonctionnement de l'usine pour les 30 prochaines années et une exposition des personnes durant 70 ans et sur la base des prévisions d'émission de l'usine du Sycotm, les quotients de danger (QD) et les excès de risque individuels (ERI) 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 également inférieures aux repères.

Cette évaluation repose sur des émissions maximales envisagées pour le projet lors de la conception de l'usine. **Il convient de vérifier par des mesures aux cheminées, une fois l'usine en fonctionnement et le procédé stabilisé, que les flux de polluants sont bien inférieurs ou égaux à ceux envisagés.**

Ces résultats indiquent vis-à-vis des émissions canalisées de l'installation, une situation non préoccupante pour la santé des habitants autour du site, dans les conditions d'émissions prévues.

La structure des bâtiments est conçue pour être étanche. Des vérifications pourront être menées une fois les bâtiments construits pour s'assurer de la maîtrise des émissions diffuses.

Comme pour l'usine actuelle, une **surveillance des concentrations dans les milieux** sera à réaliser via la conception et la mise en place d'un plan de surveillance adapté à la configuration de la nouvelle usine et au tissu urbain dense. Ce plan sera réalisé conformément aux règles de l'art et intégrera les recommandations des guides parus récemment⁶⁵.

L'attention pourrait porter en priorité sur les substances contribuant le plus aux niveaux de risque estimés : le plomb, les dioxines/furanes, le cobalt, l'antimoine et le mercure, ainsi que le chrome et l'arsenic (substances avec effets sans seuil).

⁶⁵ Notamment : Guide INERIS 2013 Guide de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques des installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux

11. ANNEXES

Repère	Désignation	Nbr pages
1	Nombre d'ERP par commune dans un rayon de 3 km	4
2	Expressions de calculs pour les conversions de volumes et les débits	1
3	Visuel du jardin pédagogique du parc des Cormailles	2
4	Bilan des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)	2
5	Choix des traceurs de risques par la hiérarchisation flux émis / référence toxicologique	4
6	Etapes de l'IEM	1
7	Rose des vents des années 2001 à 2010 pour la station Paris Montsouris	1
8	Caractéristiques des bâtiments retenus pour la modélisation	1
9.1	Résultats de la modélisation atmosphérique (tableaux)	4
9.2	Résultats de la modélisation atmosphérique (cartographies)	21
10	Rapport de modélisation Modul'ERS et données d'entrée pour la modélisation des transferts dans la chaîne alimentaire	75
11	Ensemble des résultats pour les risques à seuil (QD) et sans seuil (ERI) aux points récepteurs	5
12	Résultats des QD pour les 17 PCDD/F testés dans les transferts alimentaires dans le scénario moyen	1

Annexe 1 :

Nombre d'ERP par commune dans un rayon de 3 km

Nombre d'Etablissements Recevant du Public (ERP) - (écoles, maisons de retraite, hôpitaux, équipements sportifs) dans un rayon de 3 km autour du site de l'UVE

Type d'ERP	Nombre
Paris 13^e arrondissement (totalité)	
Ecoles	155
Maison de retraite	26
Hôpitaux	15
Equipements sportifs	Env. 25
Paris 12^e arrondissement (totalité)	
Ecoles	90
Maison de retraite	13
Hôpitaux	13
Equipements sportifs	Env. 56
Paris 5^e arrondissement (pointe sud-est concernée)	
Ecoles	3 (école Raymond Queneau, 66 bd Saint Marcel ; école de chirurgie, 10 rue Fossés St Marcel, Grpe scolaire Sœur Rosalie, 32 rue Geoffroy Saint Hilaire)
Maison de retraite	3 (résidence apptmt st Hilaire, 25r Geoffroy St Hilaire, Ehpad Jardins des Plantes, 18 rue Poliveau, Résidence Poliveau 2 rue Poliveau)
Hôpitaux	1 (APHP La Collégiale - Assistance Publique des Hôpitaux de Paris 33 rue Fer à Moulin)
Paris 4^e arrondissement (pointe sud-est concernée)	
Ecoles	1 (Ecole de préparation aux études médicales, 1rue bourdon 75004 PARIS)
Maison de retraite	0
Hôpitaux	0
Equipements sportifs	0
Paris 11^e arrondissement (partie sud concernée)	
Ecoles	2 (dont une écoles maternelle/primaire, rue de Bouvines)
Maison de retraite	0
Hôpitaux	0
Equipements sportifs	0

Paris 20e arrondissement (pointe sud-ouest concernée)	
Ecoles	0
Maison de retraite	0
Hôpitaux	0
Equipements sportifs	1 (très en limite, stade, centre sportif Lagny)
Paris 14e arrondissement (pointe est concernée)	
Ecoles	0
Maison de retraite	0
Hôpitaux	0
Equipements sportifs	1 stade
Ivry-sur-Seine (totalité)	
Ecoles	61
Maison de retraite	6
Hôpitaux	2 (Hôpital Charles Foix, 7 av. de la République et MGEN ATRT Ivry, 55 av. Danielle Casanova)
Equipements sportifs	27
Saint-Mandé (moitié sud)	
Ecoles	4
Maison de retraite	1 (Fondation Caisse d'épargne, 58 av Sainte Marie)
Hôpitaux	1 (hôpital d'instruction des Armées Bégin, 69 av de Paris)
Equipements sportifs	4
Saint-Maurice (quart ouest)	
Ecoles	7
Maison de retraite	1 (Colisée résidence 55bis r Maréchal Leclerc)
Hôpitaux	0
Equipements sportifs	4
Charenton-le-Pont (totalité)	
Ecoles	12
Maison de retraite	1 (Résidence Gabrielle d'Estrée, 26r Gabriel Péri)
Hôpitaux	3

Equipements sportifs	13
Maisons-Alfort (pointe nord-ouest concernée)	
Ecoles	3 (lycée Eugène Delacroix, 5 rue Pierre Curie ; lycée pro. Paul Bert, 1 rue Gué aux Aurochs ; Ecole Nationale Vétérinaire, 7 av Général de Gaulle)
Maison de retraite	1 (1 rue Amédée Chenal)
Hôpitaux	0
Equipements sportifs	59
AlfortVille (quart nord)	
Ecoles	10
Maison de retraite	1 (MAPA et Ehpad le grand âge, 67 rue Louis Blanc)
Hôpitaux	1 (Centre médico-psychologique enfants, 31 rue Marcel Bourdarias)
Equipements sportifs	15
Vitry-sur-Seine (quart nord)	
Ecoles	5
Maison de retraite	1 (Ehpad Ivry-Vitry, 70 rue Carrières)
Hôpitaux	0
Equipements sportifs	8
Villejuif (pointe nord)	
Ecoles	2 (collèges Louis Pasteur, 50 rue Pasteur ; Groupes scolaire maternelles et primaires, 48 rue Pasteur)
Maison de retraite	0
Hôpitaux	0 (L'hôpital Paul Brousse, 12 av Paul Vaillant, est situé à environ 3,4 km du site du Syctom)
Equipements sportifs	15
Le Kremlin-Bicêtre (moitié nord-est concernée)	
Ecoles	13
Maison de retraite	2 (Les Maisons d'Isatis, 20 rue Pasteur ; Domus VI, 21 rue Eugène Thomas)
Hôpitaux	1 (Hôpital Bicêtre, 78 rue Gén Leclerc)
Equipements sportifs	6

Gentilly	
Ecoles	1 (école primaire, 1 allée des platanes)
Maison de retraite	1 (Sacré Cœur, 2 rue Charles Frérot)
Hôpitaux	0 (Le Centre Hospitalier Public Interdépartemental de Psychiatrie enfant et adolescent, 7 rue Benseradese est situé à environ 3,3 km)
Equipements sportifs	12

Annexe 2 :

**Expressions de calculs pour les conversions de volumes et
les débits**

Expression du volume de gaz brut dans des conditions normales de pressions et de température

$$V_0 = V \frac{273 \times P_{atmos}}{(273 + T) \times 1013}$$

V_0 : volume de gaz exprimé dans les conditions normales (Nm^3)

V : volume de gaz (m^3)

P_{atmos} : pression atmosphérique (hPa)

T : température compteur ($^{\circ}C$)

Conversion du débit gaz humides en débit gaz secs

$$D_s = D_h \frac{(100 - H)}{100}$$

D_s : débit sur gaz sec (Nm^3/h)

D_h : débit sur gaz humide (Nm^3/h)

H : teneur en humidité (%)

Conversion d'une teneur sur gaz secs en teneur sur gaz humides

$$C_h = C_s \frac{(100 - H)}{100}$$

C_s : teneur sur gaz sec (mg/Nm^3)

C_h : teneur sur gaz humide (mg/Nm^3)

H : teneur en humidité (%)

Calcul des débits

$$D = v \times S$$

D = Débit ($m^3 \cdot s^{-1}$)

v = Vitesse des émissions ($m \cdot s^{-1}$)

S = Surface (de l'émission) (m^2)

$$Surface = \pi \times R^2$$

Avec R = Rayon de la cheminée (caractéristique définit section 3.3 rejets atmosphériques)

Annexe 3 :

Visuel du jardin pédagogique du parc des Cormailles

Photos du jardin pédagogique du Parc des Cormailles

Vue aérienne (google map) du parc des Cormailles et localisation des potagers pédagogiques (rectangle rouge)



Photos des parcelles (mois de novembre 2016)





Annexe 4 :

Bilan des Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR)

		VTR (ou valeur guide) a seuil inhalation	source / année	effet	commentaire	VTR sans seuil inhalation (µg/m3)-1	source / année	effet	commentaire
Substances	N° CAS	µg/m3							
Poussières (assimilées à des PM10)	/	2,0E+01	OMS 2005	Respiratoire, cardiaque	Valeur guide	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Poussières (assimilées à des PM2,5)	/	1,0E+01	OMS 2005	Respiratoire, cardiaque	Valeur guide	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
benzène	71-43-2	1,0E+01	ATSDR 2007	système immunitaire	Seule VTR parmi USEPA, ATSDR ANSES et OMS	2,6E-05	ANSES 2013	leucémies aiguës	Construction ANSES
CO	630-08-0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
NOx (assimilé à NO ₂)	10102-44-0	4,0E+01	OMS 2005	respiratoire	Valeur guide	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
NH ₃	7664-41-7	2,0E+02	OEHHA 2000	respiratoire	Choix INERIS 2011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
H ₂ S	7783-06-4	2,0E+00	USEPA 2003	respiratoire	Choix INERIS 2011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
HCl	7647-01-0	2,0E+01	USEPA 1995	respiratoire	Seule VTR parmi USEPA, ATSDR ANSES et OMS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
HF	7664-39-3	1,4E+01	OEHHA 2003	respiratoire/ dents, os	Choix INERIS 2011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
SO ₂	7446-09-5	2,0E+01	OMS 2005	respiratoire	Valeur guide	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cd	7440-43-9	3,0E-01	ANSES 2012	Poumons	Construction Anses, pour effets cancérogènes (valeur plus contraignante retenue)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
		4,5E-01	ANSES 2012	Rein	Construction Anses, pour effets non cancérogènes				
Tl	7440-28-0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hg (élémentaire)	7439-97-6	3,0E-02	OEHHA 2008	système nerveux	Choix INERIS 2009	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Arsenic (As)	7440-38-2	1,5E-02	OEHHA 2008	Système nerveux, rein et développement	Choix INERIS 2010	4,3E-03	USEPA 1998	Respiratoire (Poumons)	choix INERIS 2010
Cr III	16065-83-1	6,0E+01	RIVM, 2001	n.d.	Seule VTR disponible	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cr VI	18540-29-9	5,0E-03	ATSDR 2012	Respiratoire (poumons)	VTR la plus récente parmi USEPA, ATSDR ANSES et OMS VTR pour oxyde de chrome de Cr et aérosol (100 fois plus contraignante que la particulaire 0,1 µg/m3 USEPA)	4,0E-02	OMS 2000	Respiratoire (Poumons)	Seule VTR parmi USEPA, ATSDR, et OMS
Cobalt (Co)	7440-48-4	1,0E-01	ATSDR 2004	Système Respiratoire	Seule VTR parmi USEPA, ATSDR, ANSES et OMS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cuivre (Cu)	7440-50-8	1,0E+00	RIVM 2001	Systèmes respiratoire et immunologique	seule VTR disponible	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Manganèse (Mn)	7439-96-5	3,0E-01	ATSDR 2012	Système nerveux	VTR la plus récente parmi USEPA, OMS et ATSDR (Postérieure au choix Ineris 2011)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nickel (Ni)	7440-02-0	9,0E-02	ATSDR 2005	Respiratoire	Seule VTR parmi USEPA, ATSDR ANSES et OMS	3,8E-04	OMS 2000	Respiratoire (Poumons)	VTR la plus récente parmi USEPA, ATSDR, OMS
Plomb (Pb) [§]	7439-92-1	9,0E-01	ANSES 2013	Plombémie (système nerveux)	Construction ANSES	1,2E-05	OEHHA 2011	Tumeurs rénales	choix INERIS 2016
Antimoine (Sb)	7440-36-0	2,0E-01	USEPA 1995	respiratoire	Seule VTR disponible (tri-oxyde d'antimoine)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vanadium (V)	7440-62-2	1,0E-01	ATSDR 2012	Respiratoire	VTR la plus récente parmi USEPA, OMS et ATSDR (Postérieure au choix Ineris 2011)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCDD/F (ITEQ) #	/	4,0E-05	OEHHA 2000 (dernière révision 2008)	alimentaire (foie), reproduction	Choix Ineris 2013	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

[§] Fiche Plomb Ineris 2016, <http://www.ineris.fr/substances/fr/substance/getDocument/9987>

Pas d'effets sans seuil considéré, voir choix Ineris (rapport 2016 DRC-15-148884-12685A : http://www.ineris.fr/substances/uploads/content/DRC-15-148884-12685A_Bilan_choix_VTR_PSC.pdf)

et note Ineris DRC-15-148754-12590A (voir portail substances chimiques de l'INERIS > TCDD > toxicologie > fiche VTR orale. <http://www.ineris.fr/substances/fr/substance/getDocument/9721>)

nd : non disponible ; les valeurs guides sont en italique

		VTR à seuil ingestion	source année	effet	commentaire	VTR sans seuil ingestion	effet	source année	commentaire
Substances	N° CAS	mg.kg-1.j-1				(mg.kg-1.j-1)-1			
Poussières (assimilées à des PM10)	/	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Poussières (assimilées à des PM2,5)	/	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
benzène	71-43-2	pas d'ingestion prise en compte, composé gazeux							
CO	630-08-0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
NOx (assimilé à NO ₂)	10102-44-0	pas d'ingestion prise en compte, composés gazeux							
NH ₃	7664-41-7								
H ₂ S	7783-06-4								
HCl	7647-01-0								
HF	7664-39-3								
SO ₂	7446-09-5								
Cadmium (Cd)	7440-43-9	3,6E-04	EFSA 2011	Rein	Choix INERIS 2013	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Thallium (Tl)	7440-28-0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hg (méthylmercure)	7439-97-6	1,0E-04	USEPA 2001	Système nerveux	Choix INERIS 2009	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Arsenic (As)	7440-38-2	4,5E-04	FoBiG 2009	Peau	Choix Ineris 2010	1,5E+00	Peau	USEPA 1995/ OEHHA 2004	Choix Ineris 2010
Chrome III (Cr III)	16065-83-1	1,5E+00	USEPA 1998	n.d.	Seule VTR parmi USEPA, ATSDR ANSES et OMS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Chrome VI (Cr VI)	18540-29-9	9,0E-04	ATSDR 2012	Tractus gastro intestinal	VTR la plus récente parmi USEPA, ATSDR, Anses, OMS	5,0E-01	Tumeurs intestinales	OEHHA 2011	Seule VTR parmi USEPA, ATSDR ANSES et OMS
Cobalt (Co)	7440-48-4	1,4E-03	RIVM 2001	Sang	Seule VTR disponible	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cuivre (Cu)	7440-50-8	1,4E-01	RIVM 2001	Tractus gastro intestinal	Seule VTR disponible	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Manganèse (Mn)	7439-96-5	1,4E-01	USEPA 1996	Système neurologique	Choix Ineris 2011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Nickel (Ni)	7440-02-0	1,2E-02	OMS 2011 (révision, VTR crée en 2004)	baisse du poids	VTR la plus récente parmi USEPA, ATSDR, Anses, OMS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Plomb (Pb) [§]	7439-92-1	6,3E-04	ANSES 2013	Système nerveux central / plombémie	construction ANSES	8,5E-03	Tumeurs rénales	OEHHA 2011	Choix INERIS 2013
Antimoine (Sb)	7440-36-0	6,0E-03	OMS 2011 (révision, VTR crée en 2003)	baisse du poids	VTR la plus récente parmi USEPA, ATSDR, Anses, OMS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Vanadium (V)	7440-62-2	9,0E-03	USEPA 1988	Système pileux	Choix Ineris 2011	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PCDD/F (ITEQ) #	/	7,0E-10	USEPA 2012	Reproduction	Choix Ineris 2013 (Choix Anses 2009 caduc)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

[§] Fiche Plomb Ineris 2016, <http://www.ineris.fr/substances/fr/substance/getDocument/9987>

Pas d'effets sans seuil considéré, voir choix Ineris (rapport 2016 DRC-15-148884-12685A : http://www.ineris.fr/substances/uploads/content/DRC-15-148884-12685A_Bilan_choix_VTR_PSC.pdf)

et note Ineris DRC-15-148754-12590A (voir portail substances chimiques de l'INERIS > TCDD > toxicologie> fiche VTR orale. <http://www.ineris.fr/substances/fr/substance/getDocument/9721>)

Annexe 5 :

**Choix des traceurs de risques par la hiérarchisation flux
émis / référence toxicologique i**

Choix des traceurs (inhalation) pour le bilan des flux moyen de l'UVE seule (sans désodo)

Substances	VTR (ou valeur guide) à seuil inhalation µg/m3	VTR sans seuil inhalation (µg/m3)-1	Concentration de référence (CR)* µg/m3	flux moy. tot 2 chem. Pondéré kg/an	Indice flux/CR	Indice flux/CR % normalisé sur indice max	Retenu si supérieur à 1% oui / non
Poussières (PM2,5)	2,0E+01	n.d.	2,0E+01	4,6E+03	2,3E+02	1,2%	oui
Poussières (PM2,5)	1,0E+01	n.d.	1,0E+01	4,6E+03	4,6E+02	2,3%	oui
COVtot (benzène)	1,0E+01	2,6E-05	3,8E-01	7,7E+03	2,0E+04	100%	oui
CO	n.d.	n.d.		3,9E+04			non
NOx (assimilé à NO ₂)	4,0E+01	n.d.	4,0E+01	6,2E+04	1,5E+03	7,7%	oui
NH ₃	2,0E+02	n.d.	2,0E+02	6,2E+03	3,1E+01	0,2%	non
HCl	2,0E+01	n.d.	2,0E+01	4,6E+03	2,3E+02	1,2%	oui
HF	1,4E+01	n.d.	1,4E+01	7,7E+02	5,5E+01	0,3%	non
SO ₂	2,0E+01	n.d.	2,0E+01	1,5E+04	7,7E+02	3,8%	oui
PCDD/F (ITEQ)	4,00E-05	n.d.	4,0E-05	1,2E-04	3,1E+00	0,0%	non
Mercuré (Hg) (élémentaire)	3,0E-02	n.d.	3,0E-02	4,6E+01	1,5E+03	7,7%	oui
Cadmium (Cd)	3,0E-01	n.d.	3,0E-01	4,6E+01	1,5E+02	0,8%	non
Thallium (Tl)	n.d.	n.d.		n.d.			non
Arsenic (As)	1,5E-02	4,3E-03	2,3E-03	1,2E+01	5,3E+03	26,5%	oui
Chrome III (CrIII)	6,0E+01	n.d.	6,0E+01	3,3E+01	5,6E-01	0,0%	non
Chrome VI (Cr VI)	5,0E-03	4,0E-02	2,5E-04	3,7E+00	1,5E+04	73,8%	oui
Cobalt (Co)	1,0E-01	n.d.	1,0E-01	6,2E+02	6,2E+03	30,8%	oui
Cuivre (Cu)	1,0E+00	n.d.	1,0E+00	6,2E+02	6,2E+02	3,1%	oui
Manganèse (Mn)	3,0E-01	n.d.	3,0E-01	2,5E+01	8,2E+01	0,4%	non
Nickel (Ni)	9,0E-02	3,8E-04	2,6E-02	6,2E+01	2,3E+03	11,7%	oui
Plomb (Pb)	9,0E-01	1,2E-05	8,3E-01	3,1E+02	3,7E+02	1,8%	oui
Antimoine (Sb)	2,0E-01	n.d.	2,0E-01	6,2E+02	3,1E+03	15,4%	oui
Vanadium (V)	1,0E-01	n.d.	1,0E-01	6,2E+02	6,2E+03	30,8%	oui

* minimum entre la VTR à seuil et la concentration qui correspond à un excès de risque de 1E-5 calculé à partir de la VTR sans seuil
en vert : substances avec un flux/CR supérieur à 1% de la valeur maximum
les valeurs guides sont en italique

Choix des traceurs (ingestion) pour le bilan des flux moyen de l'UVE seule (sans désodo)

	VTR a seuil ingestion	VTR sans seuil ingestion	Concentration de référence (CR)*	flux moy. tot 2 chem. Pondéré	Indice flux/CR	Indice flux/CR % normalisé	Retenu si supérieur à 1%
Substances	mg.kg-1.j-1	(mg.kg-1.j-1)-1	µg/m3	kg/an			oui / non
Poussières (PM10)	n.d.	n.d.					non
Poussières (PM2,5)	n.d.	n.d.					non
COVtot (benzène)	pas d'ingestion prise en compte, composé gazeux						pas d'ingestion prise en compte, composé gazeux
CO							
NOx (assimilé à NO ₂)							
NH ₃							
HCl							
HF							
SO ₂							
PCDD/F (ITEQ)	7,0E-10	n.d.	7,00E-10	1,24E-04	1,77E+05	9,5%	oui
Mercuré (Hg) (méthyl) **	1,0E-04	n.d.	1,00E-04	4,64E+00	4,64E+04	2,5%	oui
Cadmium (Cd)	3,6E-04	n.d.	3,60E-04	4,64E+01	1,29E+05	6,9%	oui
Thallium (Tl)	n.d.	n.d.		n.d.		0,0%	non
Arsenic (As)	4,5E-04	1,50E+00	6,67E-06	1,24E+01	1,85E+06	100,0%	oui
Cr III	1,5E+00	n.d.	1,50E+00	3,34E+01	2,23E+01	0,0%	non
Cr VI	9,0E-04	5,00E-01	2,00E-05	3,71E+00	1,85E+05	10,0%	oui
Cobalt (Co)	1,4E-03	n.d.	1,40E-03	6,18E+02	4,42E+05	23,8%	oui
Cuivre (Cu)	1,4E-01	n.d.	1,40E-01	6,18E+02	4,42E+03	0,2%	non
Manganèse (Mn)	1,4E-01	n.d.	1,40E-01	2,47E+01	1,77E+02	0,0%	non
Nickel (Ni)	1,2E-02	n.d.	1,20E-02	6,18E+01	5,15E+03	0,3%	non
Plomb (Pb)	6,3E-04	8,50E-03	6,30E-04	3,09E+02	4,91E+05	26,5%	oui
Antimoine (Sb)	6,0E-03	n.d.	6,00E-03	6,18E+02	1,03E+05	5,6%	oui
Vanadium (V)	9,0E-03	n.d.	9,00E-03	6,18E+02	6,87E+04	3,7%	oui

* minimum entre la VTR à seuil et la concentration qui correspond à un excès de risque de 1E-5 calculé à partir de la VTR sans seuil
en vert : substances avec un flux/CR supérieur à 1% de la valeur maximum

Choix des traceurs (inhalation) pour le bilan des flux maximum de l'UVE seule (sans désodo)

	VTR (ou valeur guide) a seuil inhalation	VTR sans seuil inhalation	Concentration de référence (CR)*	flux max tot 2 chem. Pondéré	Indice flux/CR	Indice flux/CR % normalisé sur indice max	Retenu si supérieur à 1%
Substances	µg/m3	(µg/m3)-1	µg/m3	kg/an			oui / non
<i>Poussières (PM10)</i>	2,0E+01	n.d.	2,0E+01	7,7E+03	3,9E+02	1,0%	non
<i>Poussières (PM2,5)</i>	1,0E+01	n.d.	1,0E+01	7,7E+03	7,7E+02	1,9%	oui
COVtot (benzène)	1,0E+01	2,6E-05	3,8E-01	1,5E+04	4,0E+04	100%	oui
CO	n.d.	n.d.		7,7E+04			non
<i>NOx (assimilé à NO₂)</i>	4,0E+01	n.d.	4,0E+01	6,2E+04	1,5E+03	3,8%	oui
NH ₃	2,0E+02	n.d.	2,0E+02	7,7E+03	3,9E+01	0,1%	non
HCl	2,0E+01	n.d.	2,0E+01	4,6E+03	2,3E+02	0,6%	non
HF	1,4E+01	n.d.	1,4E+01	7,7E+02	5,5E+01	0,1%	non
SO ₂	2,0E+01	n.d.	2,0E+01	1,5E+04	7,7E+02	1,9%	oui
PCDD/F (ITEQ)	4,00E-05	n.d.	4,0E-05	1,2E-04	3,1E+00	0,0%	non
Mercuré (Hg) (élémentaire)	3,0E-02	n.d.	3,0E-02	4,6E+01	1,5E+03	3,8%	oui
Cadmium (Cd)	3,0E-01	n.d.	3,0E-01	4,6E+01	1,5E+02	0,4%	non
Thallium (Tl)	n.d.	n.d.		n.d.			non
Arsenic (As)	1,5E-02	4,3E-03	2,3E-03	1,2E+01	5,3E+03	13,2%	oui
Chrome III (CrIII)	6,0E+01	n.d.	6,0E+01	3,3E+01	5,6E-01	0,0%	non
Chrome VI (Cr VI)	5,0E-03	4,0E-02	2,5E-04	3,7E+00	1,5E+04	36,9%	oui
Cobalt (Co)	1,0E-01	n.d.	1,0E-01	6,2E+02	6,2E+03	15,4%	oui
Cuivre (Cu)	1,0E+00	n.d.	1,0E+00	6,2E+02	6,2E+02	1,5%	oui
Manganèse (Mn)	3,0E-01	n.d.	3,0E-01	2,5E+01	8,2E+01	0,2%	non
Nickel (Ni)	9,0E-02	3,8E-04	2,6E-02	6,2E+01	2,3E+03	5,8%	oui
Plomb (Pb)	9,0E-01	1,2E-05	8,3E-01	3,1E+02	3,7E+02	0,9%	non
Antimoine (Sb)	2,0E-01	n.d.	2,0E-01	6,2E+02	3,1E+03	7,7%	oui
Vanadium (V)	1,0E-01	n.d.	1,0E-01	6,2E+02	6,2E+03	15,4%	oui

* minimum entre la VTR à seuil et la concentration qui correspond à un excès de risque de 1E-5 calculé à partir de la VTR sans seuil
en vert : substances avec un flux/CR supérieur à 1% de la valeur maximum

Les valeurs guides sont en italique

Choix des traceurs (ingestion) pour le bilan des flux maximum de l'UVE seule (sans désodo)

	VTR a seuil ingestion	VTR sans seuil ingestion	Concentration de référence (CR)*	flux max tot 2 chem. Pondéré	Indice flux/CR	Indice flux/CR % normalisé	Retenu si supérieur à 1%
Substances	mg.kg-1.j-1	(mg.kg-1.j-1)-1	µg/m3	kg/an			oui / non
Poussières (PM10)	n.d.	n.d.					non
Poussières (PM2,5)	n.d.	n.d.					non
COVtot (benzène)	pas d'ingestion prise en compte, composé gazeux	pas d'ingestion prise en compte, composé gazeux					
CO							
NOx (assimilé à NO ₂)							
NH ₃							
HCl							
HF							
SO ₂							
PCDD/F (ITEQ)	7,0E-10	n.d.	7,00E-10	1,24E-04	1,77E+05	9,5%	oui
Mercure (Hg) (méthyl) **	1,0E-04	n.d.	1,00E-04	4,64E+00	4,64E+04	2,5%	oui
Cadmium (Cd)	3,6E-04	n.d.	3,60E-04	4,64E+01	1,29E+05	6,9%	oui
Thallium (Tl)	n.d.	n.d.		n.d.			non
Arsenic (As)	4,5E-04	1,50E+00	6,67E-06	1,24E+01	1,85E+06	100%	oui
Cr III	1,5E+00	n.d.	1,50E+00	3,34E+01	2,23E+01	0,0%	non
Cr VI	9,0E-04	5,00E-01	2,00E-05	3,71E+00	1,85E+05	10,0%	oui
Cobalt (Co)	1,4E-03	n.d.	1,40E-03	6,18E+02	4,42E+05	23,8%	oui
Cuivre (Cu)	1,4E-01	n.d.	1,40E-01	6,18E+02	4,42E+03	0,2%	non
Manganèse (Mn)	1,4E-01	n.d.	1,40E-01	2,47E+01	1,77E+02	0,0%	non
Nickel (Ni)	1,2E-02	n.d.	1,20E-02	6,18E+01	5,15E+03	0,3%	non
Plomb (Pb)	6,3E-04	8,50E-03	6,30E-04	3,09E+02	4,91E+05	26,5%	oui
Antimoine (Sb)	6,0E-03	n.d.	6,00E-03	6,18E+02	1,03E+05	5,6%	oui
Vanadium (V)	9,0E-03	n.d.	9,00E-03	6,18E+02	6,87E+04	3,7%	oui

* minimum entre la VTR à seuil et la concentration qui correspond à un excès de risque de 1E-5 calculé à partir de la VTR sans seuil

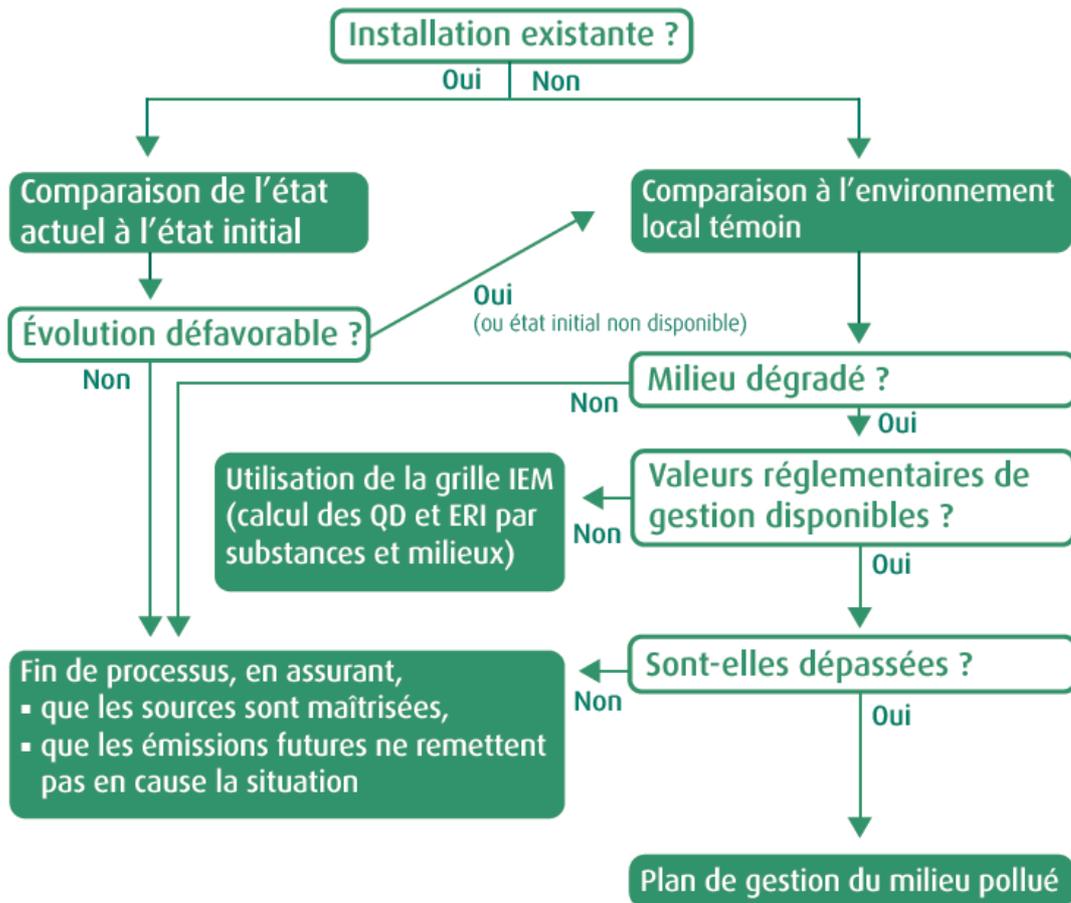
en vert : substances avec un flux/CR supérieur à 1% de la valeur maximum

Annexe 6 :

Etapes de l'IEM

Etapes et critères de l'IEM

(extrait du Guide INERIS- août 2013) : Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires.
Démarche intégrée pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - première édition)



Annexe 7 :

**Rose des vents des années 2001 à 2010 pour la station
Paris Montsouris**



ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Du 01 JANVIER 2001 au 31 DÉCEMBRE 2010

PARIS-MONTSOURIS (75)

Indicatif : 75114001, alt : 75 m., lat : 48°49'18"N, lon : 02°20'12"E

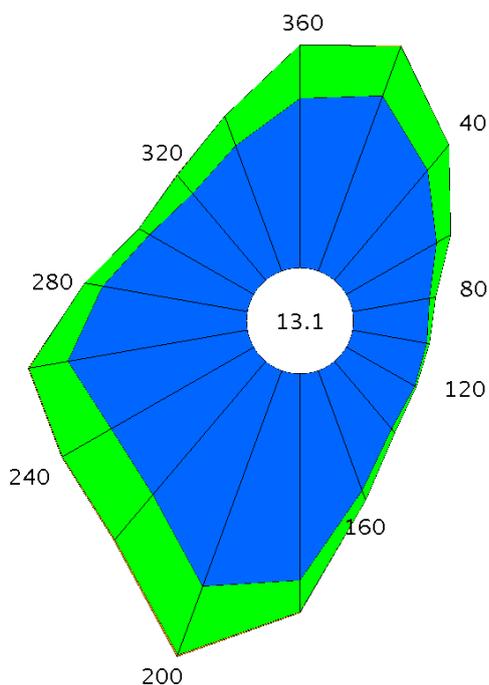
Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition

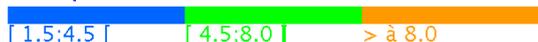
Nombre de cas étudiés : 29191

Manquants : 25

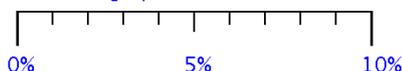


Dir.	[1.5;4.5 [[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	5.3	1.5	+	6.8
40	4.1	0.9	+	5.0
60	2.9	0.5	+	3.4
80	2.2	0.2	0.0	2.4
100	2.1	+	0.0	2.2
120	2.2	+	0.0	2.3
140	2.5	0.1	0.0	2.6
160	3.6	0.3	+	3.9
180	5.9	0.9	+	6.8
200	6.5	2.1	+	8.7
220	5.0	1.6	+	6.7
240	4.6	1.6	+	6.3
260	5.1	1.1	+	6.3
280	4.2	0.5	+	4.7
300	3.4	0.4	+	3.8
320	3.2	0.7	+	3.9
340	3.8	0.9	+	4.7
360	4.8	1.5	+	6.4
Total	71.7	14.9	0.3	86.9
[0;1.5 [13.1

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction

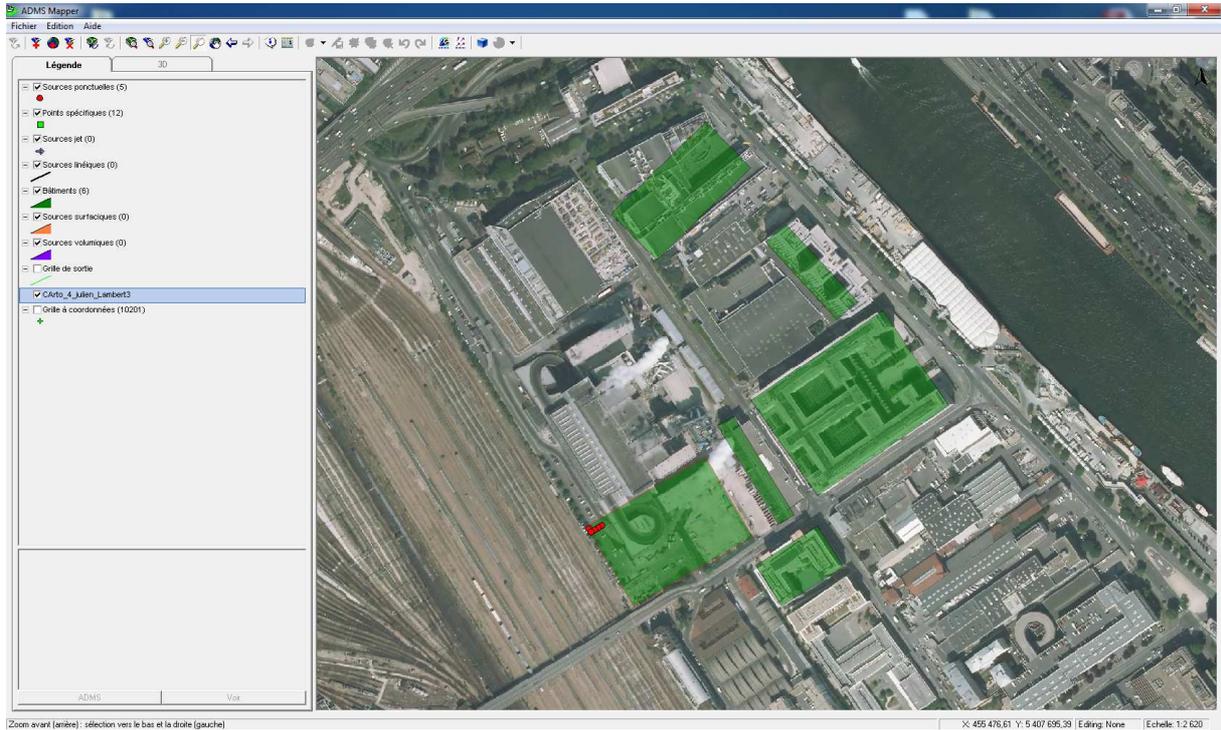


Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord
le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Annexe 8 :

Caractéristiques des bâtiments retenus pour la modélisation

Caractéristiques des bâtiments retenus dans ADMS



Module Bâtiments

Nouveau Supprimer

Main	Nom	Forme	X (m)	Y (m)	Hauteur (m)	Longueur / Diamètre (m)	Largeur (m)	Angle (°)
<input checked="" type="checkbox"/>	Bâtiment002	Rectangulaire	455105	5407763	48	89,21	132,08	149,59
<input type="checkbox"/>	Bâtiment004	Rectangulaire	455277,8	5407887	28	111,59	153,04	145,33
<input type="checkbox"/>	Bâtiment005	Rectangulaire	455229,6	5407730	28	46,4	70,45	147,65
<input type="checkbox"/>	Bâtiment006	Rectangulaire	455187,5	5407822	23	17,91	111,14	58,57
<input type="checkbox"/>	Bâtiment007	Rectangulaire	455116,1	5408092	19	61,83	127,05	135,56
<input type="checkbox"/>	Bâtiment008	Rectangulaire	455240,7	5408014	33	26,17	101,68	47,29
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								

OK

Utilisez ce bouton pour définir un nouveau bâtiment

Min : Max :

Annexe 9.1 :

Résultats de la modélisation atmosphérique (tableaux)

Résultats de la modélisation atmosphérique (bilan des flux maximum)- Concentration - µg/m³

Receptor name	Parc Cormaille	Ec, Dulcie Semptbe	Creche	College Moliere	Ec Robespierre	Habitations 1	Quai d Ivry	Habitations 2	Ec Tournesol	Clinique Bercy	Stade Boutroux	Jardin d'Ivry	point max
Poussières (PM10)	1,6E-02	3,7E-03	8,3E-03	9,1E-03	8,7E-03	5,0E-03	1,5E-02	9,7E-03	8,0E-03	8,6E-03	4,3E-03	5,5E-03	1,6E-02
Poussières (PM2,5)	2,4E-02	4,7E-03	1,1E-02	1,2E-02	1,4E-02	6,5E-03	2,2E-02	1,4E-02	1,3E-02	1,2E-02	5,8E-03	8,8E-03	2,4E-02
PCDD/F (ITEQ) (gaz)	3,6E-10	5,2E-11	1,5E-10	1,8E-10	2,2E-10	7,7E-11	3,3E-10	2,2E-10	2,1E-10	1,7E-10	8,2E-11	1,5E-10	3,6E-10
COVtot (benzène)	5,3E-02	1,0E-02	2,5E-02	2,7E-02	3,1E-02	1,4E-02	5,0E-02	3,3E-02	3,0E-02	2,6E-02	1,3E-02	2,1E-02	5,4E-02
NH3	6,5E-02	2,2E-02	3,6E-02	3,4E-02	3,4E-02	2,7E-02	6,1E-02	4,1E-02	3,2E-02	3,4E-02	1,8E-02	2,2E-02	6,6E-02
H2S	4,3E-03	1,9E-03	2,6E-03	2,3E-03	2,1E-03	2,2E-03	4,1E-03	2,7E-03	2,0E-03	2,3E-03	1,4E-03	1,3E-03	4,5E-03
SO2	4,5E-02	6,5E-03	1,9E-02	2,3E-02	2,7E-02	9,6E-03	4,2E-02	2,7E-02	2,6E-02	2,2E-02	1,0E-02	1,8E-02	4,5E-02
NOx (assimilé à NO2)	1,7E-01	2,5E-02	7,6E-02	8,9E-02	1,1E-01	3,8E-02	1,6E-01	1,1E-01	1,0E-01	8,5E-02	4,0E-02	7,2E-02	1,8E-01
Mercure (Hg) (gaz)	1,3E-04	1,9E-05	5,7E-05	6,8E-05	8,0E-05	2,8E-05	1,2E-04	8,1E-05	7,7E-05	6,4E-05	3,0E-05	5,4E-05	1,3E-04
Cadmium (Cd)	1,2E-04	1,8E-05	5,3E-05	6,2E-05	7,1E-05	2,6E-05	1,1E-04	7,3E-05	6,7E-05	5,9E-05	2,8E-05	4,7E-05	1,2E-04
Arsenic (As)	3,2E-05	4,8E-06	1,4E-05	1,7E-05	1,9E-05	7,0E-06	3,0E-05	1,9E-05	1,8E-05	1,6E-05	7,4E-06	1,3E-05	3,2E-05
Chrome VI (Cr VI)	9,6E-06	1,4E-06	4,2E-06	5,0E-06	5,7E-06	2,1E-06	8,9E-06	5,8E-06	5,4E-06	4,7E-06	2,2E-06	3,8E-06	9,7E-06
Cobalt (Co)	1,6E-03	2,4E-04	7,1E-04	8,3E-04	9,5E-04	3,5E-04	1,5E-03	9,7E-04	9,0E-04	7,9E-04	3,7E-04	6,3E-04	1,6E-03
Cuivre (Cu)	1,6E-03	2,4E-04	7,1E-04	8,3E-04	9,5E-04	3,5E-04	1,5E-03	9,7E-04	9,0E-04	7,9E-04	3,7E-04	6,3E-04	1,6E-03
Manganèse (Mn)	6,4E-05	9,5E-06	2,8E-05	3,3E-05	3,8E-05	1,4E-05	6,0E-05	3,9E-05	3,6E-05	3,2E-05	1,5E-05	2,5E-05	6,5E-05
Nickel (Ni)	1,6E-04	2,4E-05	7,1E-05	8,3E-05	9,5E-05	3,5E-05	1,5E-04	9,7E-05	9,0E-05	7,9E-05	3,7E-05	6,3E-05	1,6E-04
Plomb (Pb)	8,0E-04	1,2E-04	3,5E-04	4,2E-04	4,7E-04	1,8E-04	7,4E-04	4,9E-04	4,5E-04	3,9E-04	1,9E-04	3,1E-04	8,1E-04
Antimoine (Sb)	1,6E-03	2,4E-04	7,1E-04	8,3E-04	9,5E-04	3,5E-04	1,5E-03	9,7E-04	9,0E-04	7,9E-04	3,7E-04	6,3E-04	1,6E-03
Vanadium (V)	1,6E-03	2,4E-04	7,1E-04	8,3E-04	9,5E-04	3,5E-04	1,5E-03	9,7E-04	9,0E-04	7,9E-04	3,7E-04	6,3E-04	1,6E-03

Résultats de la modélisation atmosphérique (bilan des flux maximum)- dépôts - $\mu\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$

Receptor name	Parc Cormaille	Ec. Dulcie Semptber	Crèche	Collège Molière	Ec Robespierre	Habitations 1	Quai d Ivry	Habitations 2	Ec Tournesol	Clinique Bercy	Stade Boutroux	Jardin d'Ivry	point max
Poussières (PM10)	2,5E-03	5,2E-04	1,1E-03	1,2E-03	1,2E-03	6,6E-04	2,4E-03	1,3E-03	1,1E-03	1,1E-03	4,3E-04	7,4E-04	2,7E-03
Poussières (PM2,5)	5,1E-04	1,9E-04	2,5E-04	2,5E-04	2,6E-04	1,8E-04	5,8E-04	3,4E-04	2,9E-04	2,7E-04	1,0E-04	1,7E-04	1,5E-03
PCDD/F (ITEQ) (part)	7,3E-12	2,6E-12	3,5E-12	3,6E-12	3,8E-12	2,4E-12	8,5E-12	5,0E-12	4,3E-12	3,9E-12	1,5E-12	2,5E-12	2,2E-11
COVtot (benzène)													
NH3													
H2S													
SO2													
NOx (assimilé à NO2)													
Mercuré (Hg)-10% du dépôt de Hg particulaire	2,7E-07	9,7E-08	1,3E-07	1,3E-07	1,4E-07	8,9E-08	3,1E-07	1,8E-07	1,6E-07	1,4E-07	5,4E-08	9,0E-08	8,3E-07
Cadmium (Cd)	2,7E-06	9,5E-07	1,3E-06	1,3E-06	1,4E-06	8,7E-07	3,1E-06	1,8E-06	1,6E-06	1,4E-06	5,3E-07	9,0E-07	8,1E-06
Arsenic (As)	7,1E-07	2,5E-07	3,4E-07	3,5E-07	3,7E-07	2,3E-07	8,3E-07	4,8E-07	4,2E-07	3,7E-07	1,4E-07	2,4E-07	2,2E-06
Chrome VI (Cr VI)	2,1E-07	7,6E-08	1,0E-07	1,0E-07	1,1E-07	7,0E-08	2,5E-07	1,4E-07	1,3E-07	1,1E-07	4,2E-08	7,2E-08	6,5E-07
Cobalt (Co)	3,5E-05	1,3E-05	1,7E-05	1,7E-05	1,8E-05	1,2E-05	4,1E-05	2,4E-05	2,1E-05	1,9E-05	7,1E-06	1,2E-05	1,1E-04
Cuivre (Cu)	3,5E-05	1,3E-05	1,7E-05	1,7E-05	1,8E-05	1,2E-05	4,1E-05	2,4E-05	2,1E-05	1,9E-05	7,1E-06	1,2E-05	1,1E-04
Manganèse (Mn)	1,4E-06	5,1E-07	6,8E-07	7,0E-07	7,3E-07	4,6E-07	1,7E-06	9,6E-07	8,4E-07	7,5E-07	2,8E-07	4,8E-07	4,3E-06
Nickel (Ni)	3,5E-06	1,3E-06	1,7E-06	1,7E-06	1,8E-06	1,2E-06	4,1E-06	2,4E-06	2,1E-06	1,9E-06	7,1E-07	1,2E-06	1,1E-05
Plomb (Pb)	1,8E-05	6,3E-06	8,5E-06	8,7E-06	9,1E-06	5,8E-06	2,1E-05	1,2E-05	1,0E-05	9,4E-06	3,5E-06	6,0E-06	5,4E-05
Antimoine (Sb)	3,5E-05	1,3E-05	1,7E-05	1,7E-05	1,8E-05	1,2E-05	4,1E-05	2,4E-05	2,1E-05	1,9E-05	7,1E-06	1,2E-05	1,1E-04
Vanadium (V)	3,5E-05	1,3E-05	1,7E-05	1,7E-05	1,8E-05	1,2E-05	4,1E-05	2,4E-05	2,1E-05	1,9E-05	7,1E-06	1,2E-05	1,1E-04

Résultats de la modélisation atmosphérique (bilan des flux moyen)- Concentration - µg/m3

Receptor name	Parc Cormaille	Ec, Dulcie Sempthb	Creche	College Moliere	Ec Robespierre	Habitations 1	Quai d Ivry	Habitations 2	Ec Tournesol	Clinique Bercy	Stade Boutroux	Jardins d'Ivry	point max
Poussières (PM10)	1,12E-02	2,82E-03	5,84E-03	6,20E-03	5,81E-03	3,72E-03	1,01E-02	6,60E-03	5,35E-03	5,91E-03	2,98E-03	3,6E-03	1,12E-02
Poussières (PM2,5)	1,62E-02	3,61E-03	7,87E-03	8,51E-03	9,00E-03	4,83E-03	1,52E-02	9,88E-03	8,54E-03	8,11E-03	4,05E-03	5,9E-03	1,62E-02
COVtot (benzène)	3,01E-02	6,88E-03	1,46E-02	1,56E-02	1,71E-02	9,10E-03	2,83E-02	1,87E-02	1,64E-02	1,50E-02	7,65E-03	1,1E-02	3,03E-02
NH3	6,07E-02	2,13E-02	3,39E-02	3,22E-02	3,13E-02	2,62E-02	5,78E-02	3,82E-02	2,99E-02	3,17E-02	1,76E-02	2,1E-02	6,17E-02
HCl	1,32E-02	1,93E-03	5,73E-03	6,77E-03	8,00E-03	2,84E-03	1,24E-02	8,12E-03	7,66E-03	6,41E-03	3,05E-03	5,4E-03	1,34E-02

Résultats de la modélisation atmosphérique (bilan des flux moyen)- dépôts - $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$

Receptor name	Parc Cormaille	Ec, Dulcie Semptber	Creche	College Moliere	Ec Robespierre	Habitations 1	Quai d Ivry	Habitations 2	Ec Tournesol	Clinique Bercy	Stade Boutroux	Jardins d'Ivry	point max
Poussières (PM10)	1,7E-03	3,8E-04	7,7E-04	8,0E-04	8,0E-04	4,7E-04	1,6E-03	8,9E-04	7,6E-04	7,5E-04	2,9E-04	4,8E-04	1,8E-03
Poussières (PM2,5)	3,4E-04	1,3E-04	1,7E-04	1,7E-04	1,7E-04	1,2E-04	3,9E-04	2,3E-04	1,9E-04	1,8E-04	7,0E-05	1,1E-04	9,4E-04
PCDD/F (ITEQ) (part)	7,3E-12	2,6E-12	3,5E-12	3,6E-12	3,8E-12	2,4E-12	8,5E-12	5,0E-12	4,3E-12	3,9E-12	1,5E-12	2,5E-12	2,2E-11